»TUBERIAS

TB

GUIA DE **PRODUCTO**

Empresa
Producto
Normas y estándares
Materiales
Información Técnica
Accesorios

ARG

SOLUCIONES INTEGRALES
PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FLUÍDOS

Otek AMITECH

TABLA DE CONTENIDOS

	PAG.
1. MISIÓN	**2**
2. ROL DE LIDERAZGO	**4**
3. BENEFICIOS DEL PRODUCTO	**5**
4. ESTÁNDARES DE RENDIMIENTO	**6**
5. ENSAYOS DE CONTROL Y CALIFICACIÓN	**7**
6. MATERIALES	**9**
7. GAMA DE PRODUCTOS / INFORMACIÓN TÉCNICA	**10**
8. SELECCIÓN DE CLASIFICACIÓN DE LA TUBERÍA	**14**
9. RECOMENDACIONES GENERALES DE INSTALACIÓN	**15**
10. INSTALACIÓN SIN ZANJA	**18**
11. DIMENSIONES	**19**
12. UNIONES	**22**
13. UNIÓN DE TUBERÍAS	**23**
14. SOBREPRESIONES Y GOLPE DE ARIETE	**24**
15. GUÍA AMBIENTAL PARA LAS TUBERÍAS FLOWTITE	**25**
16. COLLARES PARA DERIVACIONES EN OPERACIÓN	**28**
17. COLLARES PARA DERIVACIONES EN OPERACIÓN	**28**
18. MANTENIMIENTO DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO	**29**

1. MISIÓN

AMITECH ARGENTINA S.A. es la empresa líder en Argentina y la región en la producción de sistemas de tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (P.R.F.V.).

Sus accionistas principales son los Grupos Inversiones Mundial S.A. (a través de su holding O-tek) y Amiantit quienes son los líderes en producción de tubos de PRFV en Latinoamérica y el Mundo respectivamente. Asimismo, ambos Grupos poseen fabricas que producen los insumos básicos (resina y fibra de vidrio) con los que se fabrican los tubos de PRFV consolidando así una tecnología que asegura la mayor confiabilidad y relación costo/beneficio para el cliente.

Por medio de esta unión se desarrolla una marca que brinda total confianza a contratistas, constructores y operadores; con superiores procesos en operación, manufactura, comercial y asistencia técnica. Desde el punto de vista comercial se incorporan las mejores prácticas, creando así una relación estrecha y de confianza con los clientes que, sumado a una sólida experiencia para operar en América Latina, genera una gran ventaja competitiva.

Amitech Argentina posee la más moderna y avanzada tecnología para la fabricación de sistemas de tuberías de PRFV, idéntica a otras plantas de nuestro Grupo en España, Colombia, Brasil, USA, Alemania, Italia, Sudáfrica, Egipto, Marruecos, Argelia, Australia y México.

Nuestra oferta habitual no solo incluye la fabricación y venta de tubos y accesorios PRFV sino que abarca el cálculo estructural de la tubería, la asistencia técnica sobre instalación antes y durante la obra y el asesoramiento sobre ancho y tipo de zanja óptimos entre otros. Puntualmente realizamos también la ingeniería de detalle en lo específico a nuestro sistema de tuberías y optimización del proyecto hidráulico.

Nuestra larga trayectoria en el país nos convirtió en el proveedor de sistemas de tuberías preferido en la región, no sólo para grandes proyectos de infraestructura, sino también para los más pequeños.

Nuestra amplia red comercial, que incluye Argentina y todos los países vecinos, nos permite un contacto directo con la mayoría de los clientes dentro del campo de la industria sanitaria (sistemas de agua y cloaca), empresas constructoras, cooperativas, municipalidades, industrias del transporte de agua (colectores pluviales y sistemas presurizados), energía (plantas hidro y termoeléctricas), proyectos de irrigación e industria minera (líneas de agua).

Nuestra moderna planta de producción (certificada ISO 9001 y 14001 y OSHAS 18000) fabrica de acuerdo a reconocidas normas nacionales e internacionales tales como AWWA, ASTM e ISO.

Además nuestro producto posee sello de calidad IRAM. Gracias a la ubicación de nuestra planta (ubicada en Córdoba, centro geográfico de la Región), podemos entregar confiablemente nuestros productos de alta prestación y competitividad llegando a todos los lugares de la región, incluso a las zonas más remotas.

Flowtite es el producto líder de Amitech Argentina para aplicaciones de agua, cloaca e industriales. Los sistemas de tuberías de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) representan una solución de bajo costo para muchos proyectos. Estas tuberías tienen una larga vida útil, no se corroen y poseen una comprobada resistencia a los ambientes agresivos propios de los sistemas de agua y cloaca. Son livianas y se fabrican bajo las más estrictas normas de calidad.

Las tuberías y accesorios de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio Flowtite pueden utilizarse en múltiples aplicaciones, como por ejemplo, conducción de agua potable, colectores cloacales y pluviales, sistemas contra incendio, conducción de agua de mar y desalinizada, plantas de energía eléctrica, residuos químicos e industriales y también en sistemas de riego. Prácticamente no existen límites para los sistemas de tuberías Flowtite.

Productos

- Diámetro: DN 300 a 3000 mm
- Presión: PN 1-6-10-12-16-20-25-32 bar
- Rigidez: SN 2500, 5000 o 10000 N/m2
- Longitudes: De hasta 14 m

Podrán encontrar nuestros productos también en líneas de sifones, emisarios submarinos, desagües de puentes, proyectos de desalinización o como líneas de protección de cables.

Ante cualquier otra aplicación, por favor no dude en contactarnos. Visite nuestro sitio de internet **www.amitech.com.ar**

Los problemas de corrosión se pueden reducir significativamente, e incluso eliminar por completo, haciendo una cuidadosa selección de materiales resistentes a la corrosión o incorporando sistemas de protección anticorrosiva al diseño de la tubería. Desafortunadamente, con el objeto de ahorrar dinero, las empresas eligen incorporar la protección necesaria para evitar la corrosión, solo para observar años después las consecuencias. Y lamentablemente, la corrosión es un proceso irreversible!

La respuesta a este dilema es muy simple:
Las tuberías FLOWTITE TM.

AMITECH es un productor de tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) fabricada en un mandril de avance continuo que garantiza un producto uniforme. Las tuberías FLOWTITE son resistentes a la corrosión y son el material ideal para sistemas de suministro de agua. Su comprobada resistencia a medios ácidos encontrados en alcantarillas sanitarias hacen que el material sea excelente para aplicaciones de sistemas de aguas residuales. De hecho, durante los últimos 20 años las tuberías FLOWTITE han sido el material seleccionado en sistemas sanitarios agresivos como los del Medio Oriente.

La tubería FLOWTITE fue originalmente introducida en 1971. El Grupo O-tek es reconocido por ser uno de los líderes en el diseño y fabricación de tuberías PRFV. Con más de 35 años de experiencia en tecnologías de materiales y en el diseño del manejo de fluidos, el Grupo O-tek continúa invirtiendo en la mejora del desempeño y la confiabilidad que ofrece el producto, para así mantener su posición de liderazgo global.

Una muestra positiva del éxito de las tuberías FLOWTITE es el creciente número de operaciones a nivel mundial. Flowtite Technology AS provee tecnología a más de 20 plantas de producción en el mundo, y además diseña y construye los equipos para la fabricación de las tuberías FLOWTITE.

TECNOLOGÍAS QUE BRINDAN MAYOR DESEMPEÑO A MENOR COSTO

Las tuberías FLOWTITE tienen bajo peso, resistencia a la corrosión y son fabricadas bajo estrictas normas de calidad. Están disponibles en más de 6 clases de presión y 3 diferentes clases de rigidez. Se fabrican en diámetros desde 300 mm hasta 3000 mm y en longitudes de hasta 14 m*. La conciencia sobre el ahorro de costos operativos y la superior resistencia a la corrosión que ofrecen las tuberías PRFV FLOWTITE, resultan en amplias aplicaciones para:

- Transporte y distribución de agua (potable y cruda)
- Colectores cloacales
- Colectores pluviales
- Centrales hidroeléctricas
- Toma de agua de mar
- Líneas de enfriamiento para plantas generadoras de energía
- Aplicaciones industriales

A diferencia de otros materiales, las tuberías FLOWTITE ofrecen una mayor vida útil efectiva con bajos costos operativos y de mantenimiento. Además, las tuberías FLOWTITE se ofrecen normalmente a un bajo costo.

*La disponibilidad de diámetros depende del equipo de fabricación. Verifique con su empresa local para saber el rango de diámetros que éstas producen.

2. ROL DE LIDERAZGO

FLOWTITE Technology tiene un compromiso de rol de liderazgo en cuanto a mejoras de producto y proceso. Hemos llevado a cabo investigación básica de "materiales" que han derivado en significativas mejoras.

Estamos también liderando el desarrollo de especificaciones para tuberías PRFV. El personal de AMITECH ocupa posiciones estratégicas en todas las organizaciones mundiales significativas de normalización, incluyendo ISO (International Organization for Standarization), ASTM (American Society for Testing Materials), AWWA (American Water Works Association) y CEN (Committee for European Normalization). De hecho, hemos llevado a cabo la investigación básica y presidido los comités de ASTM responsables de revisar las normas para tuberías de agua y cloaca que existen actualmente. También en Europa se han asumido roles similares.

GUÍA DE ESPECIFICACIONES

Las tuberías PRFV de FLOWTITE pueden ser especificadas bajo una serie de estándares internacionales. Personal de AMITECH podrá asistirlo en el desarrollo de estándares específicos del producto o recomendar estándares típicos de fabricación, instalación y pruebas basadas en estándares AWWA, ASTM, ISO, etc.

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE INSTALACIÓN

Otra ayuda importante para el diseño del presupuesto de un proyecto es la valoración del costo de instalación que incluye la manipulación en obra hasta lograr el ensamble de la tubería dentro de la zanja. Basados en una amplia experiencia en el proceso de instalación, podremos asistirlo en la elaboración ajustada de dicho presupuesto.

CÁLCULOS DE FLUJO Y DE PÉRDIDAS DE CARGA DE ENERGÍA

Con énfasis en la conservación de energía y los bajos costos de operación asociados con las superiores características hidráulicas pueden ser demostrados en los cálculos de caudales y pérdidas de carga de las tuberías FLOWTITE. Personal de AMITECH puede asistirlo en el desarrollo de este análisis mediante un software que incluye las características hidráulicas de las tuberías FLOWTITE.

El diseño del perfil transversal de una tubería puede realizarse mediante el Manual AWWA M-45 para tuberías PRFV. Consultar con el fabricante.

3. BENEFICIOS DEL PRODUCTO

FLOWTITE Technology ha introducido al mercado un producto que brinda soluciones de bajo costo y larga duración a clientes en todo el mundo. La extensa lista de características y beneficios se suman para proveer el sistema óptimo de tuberías.

Características	Beneficios
Materiales resistentes a la corrosión	• Larga vida útil de servicio. • No necesitan revestimiento, recubrimientos, protección catódica, envolturas u otra forma de protección contra la corrosión. • Bajo costo de mantenimiento. • Las propiedades hidráulicas se mantienen esencialmente constantes en el tiempo.
Bajo peso(1/4 del peso del hierro dúctil y 1/10 del hormigón)	• Menor costo de transporte (anidable). • No se necesitan costosos equipos de manipulación.
Mayor longitud estándar (hasta 14 m, incluyendo cualquier longitud menor a ésta)	• Menor cantidad de uniones reducen el tiempo de instalación. • Más tubería por vehículo transportador significa menores costos en despachos.
Superficie interior lisa	• Baja pérdida por fricción significa menor energía de bombeo y menores costos operacionales. • Acumulación mínima de lodos reduce los costos de limpieza.
Unión FLOWTITE con empaques elastoméricos REKA	• Uniones ajustadas y eficientes diseñadas para eliminar infiltraciones y exfiltraciones. • Fáciles de unir, reducen los tiempos de instalación. • Se acomodan a pequeños cambios de dirección en la línea de tubería sin accesorios o ajustes diferenciales.
Proceso de fabricación flexible	• Diámetros especiales pueden ser fabricados a las necesidades del cliente para proveer máximos volúmenes de flujo, facilitando la instalación en proyectos de rehabilitación.
Diseño en tuberías de alta tecnología	• Menor celeridad de onda que tuberías de otros materiales, significa menores costos en diseño por sobre presiones y golpe de ariete.
Sistema de fabricación de alta tecnología que permite producir tuberías que cumplen con las más estrictas normas (AWWA, ASTM, DIN, etc.)	• Producto de alta y consistente calidad mundial

4. ESTÁNDARES DE DESEMPEÑO

Los estándares desarrollados por ASTM y AWWA se aplican a una gran variedad de usos de las tuberías de PRFV incluyendo el transporte de sistemas cloacales, agua y desechos industriales. Todos los estándares de productos son documentos basados en el desempeño del producto. Esto significa que tanto el comportamiento requerido como los ensayos que se deben practicar a la tubería están especificados.

ASTM

ASTM tiene en vigencia varias normas destinados a una amplia variedad de usos de las tuberías de PRFV. Todas ellas aplican a las tuberías de diámetros desde 200 mm a 3600 mm y requieren que las juntas de unión soporten pruebas hidráulicas (de acuerdo a la Norma ASTM D4161) que simulan condiciones de uso superiores a las normales. Todos los ensayos de control de calidad y calificación requeridos son muy exigentes y arduos. Las tuberías FLOWTITE son diseñadas para cumplir con todas las normas ASTM especificadas.

ASTM	D3262	Cloacas a gravedad
ASTM	D3517	Tubería a Presión
ASTM	D3754	Cloacas a Presión

AWWA

AWWA C950 es una de las normas más completas que existen para tuberías de PRFV. Esta norma para aplicaciones de agua a presión especifica detalladamente los requerimientos para la tubería y las juntas de unión, concentrándose básicamente en el control de calidad y los ensayos de calificación de prototipos. Al igual que la ASTM, ésta es también una norma basada en el desempeño del producto. Las tuberías FLOWTITE están diseñadas para cumplir con todos los requerimientos de esta norma. AWWA ha desarrollado recientemente un nuevo manual de normas, el M-45, que incluye varios capítulos de diseño de tuberías PRFV para instalaciones enterradas y aéreas.

AWWA	C950	Tubería de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio)
AWWA	M-45	Manual de Diseño de PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio)

ISO

Las tuberías FLOWTITE cuentan con la más reciente aprobación de las Normas ISO (International Standards Organization)

ISO 10467	Sistema de tubería plástica para alcantarillado y drenaje a presión y flujo libre basado en resina de Poliéster Insaturado reforzado con fibra de vidrio
ISO 10639	Sistema de tubería plástica para acueducto a presión y flujo libre basado en resina de Poliéster Insaturado reforzado con fibra de vidrio (PRFV)

Este producto se fábrica bajo los controles establecidos por un Sistema de gestión de calidad, seguridad y medio ambiente, basado en las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001.

IRAM

IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) es el organismo argentino de normalización y representante de Argentina en la Internacional Organization for Standarization (ISO) y de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). La norma IRAM vigente aplicable a tubos de PRFV es la IRAM 13432. Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los tubos destinados al transporte de agua y líquidos cloacales con presión o sin ella (gravedad). Las tuberías FLOWTITE fabricadas por Amitech Argentina S.A. cuentan con sello IRAM de conformidad.

OTRAS

Existen otros organismos de normalización como BSI y DIN que también han publicado especificaciones acerca del desempeño que deben cumplir las tuberías PRFV.

DIN 16868	Tuberías de Resina de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio
BS 5480	Tuberías y Accesorios para Agua y Cloacas

5. ENSAYOS DE CONTROL Y CALIFICACIÓN

MATERIAS PRIMAS

Todas las materias primas son entregadas con una certificación del proveedor que demuestra el cumplimiento de los requerimientos de calidad de FLOWTITE. Además, las materias primas son sometidas a ensayos por muestreo con anterioridad a su uso. Estos ensayos garantizan que los componentes de la tubería cumplen con las especificaciones establecidas.

PROPIEDADES FÍSICAS

Las capacidades de carga axial y tangencial de las tuberías son verificadas rutinariamente. Adicionalmente, se controla la composición y fabricación del producto.

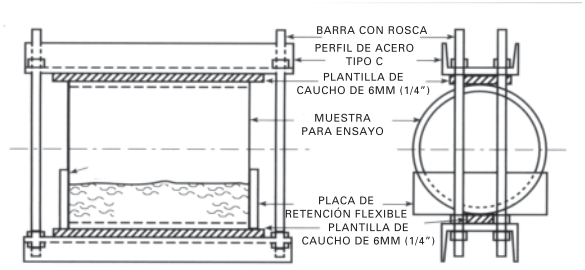
PRODUCTO TERMINADO

Todas las tuberías son sometidas a los siguientes controles:

- Inspección visual
- Dureza Barcol
- Espesor de la pared
- Longitud de sección
- Diámetro
- Ensayo de presión hidrostática al doble de la presión nominal

Sobre una base de muestreo definida se realizan los siguientes controles a la tubería:

- Rigidez
- Deflexión Nivel A (sin Cracks) y Nivel B (sin daño estructural)
- Capacidad de carga por tracción axial y circunferencial


BARRA CON ROSCA
PERFIL DE ACERO TIPO C
PLANTILLA DE CAUCHO DE 6MM (1/4")
MUESTRA PARA ENSAYO
PLACA DE RETENCIÓN FLEXIBLE
PLANTILLA DE CAUCHO DE 6MM (1/4")

:: Figura 1: Equipo de ensayo de corrosión bajo deformación

Todo fabricante de tuberías debe demostrar que su producto cumple con los requerimientos mínimos de los estándares de desempeño del producto. En el caso de las tuberías PRFV, los requerimientos mínimos son de corto y largo plazo. Los más importantes de estos, que son especificados al mismo nivel de desempeño en los anteriores estándares, son los que se refieren a la junta de unión, deflexión inicial de anillo, flexión del anillo a largo plazo, presión a largo plazo y resistencia a la corrosión bajo deformación. Las tuberías FLOWTITE han sido sometidas a rigurosos ensayos para demostrar el cumplimiento de los estándares ASTM D3262, ASTM D3517, AWWA C950 y DIN 16868.

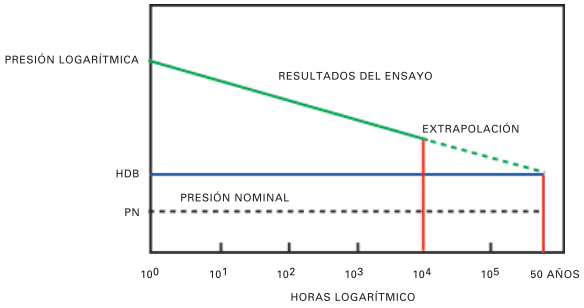
ENSAYO DE CORROSIÓN BAJO DEFORMACIÓN

Un único e importante requisito especifico para tubería PRFV a gravedad utilizada en sistemas cloacales es el ensayo químico en condiciones de deformación o deflexión. Este ensayo de corrosión por deformación se desarrolla de acuerdo a la norma ASTM D3681 y requiere un mínimo de18 anillos de muestra que son sometidos a varios niveles de deflexión permanente. Posteriormente, el interior de estos anillos se expone a una solución de ácido sulfúrico al 5% por peso *(Ver Figura1).* Bajo estas condiciones se simula una tubería enterrada en condiciones sépticas. Dicho ensayo es representativo de las mas desfavorables condiciones conocidas de sistemas cloacales incluyendo las que se encuentran en el Medio Oriente, dónde muchas tuberías FLOWTITE se han instalado exitosamente. El tiempo de falla por fuga es medido para cada muestra. La mínima falla por deformación extrapolada a 50 años, usando datos de falla con el método del análisis de regresión de los mínimos cuadrados, debe igualarse a los datos en la tabla para cada clase de rigidez. El valor obtenido se aplica al diseño de la tubería para predecir las limitaciones que garanticen una instalación segura de las tuberías PRFV usadas en este tipo de aplicaciones (coeficientes de seguridad). El valor típico de deflexión a largo plazo es de 5% para tuberías enterradas.

Rigidez S.T.I.S. (N/m2)	% de deflexión
SN 2500	0,49 (t/d)
SN 5000	0,41 (t/d)
SN 10000	0,34 (t/d)

BASE HIDROSTÁTICA DE DISEÑO - HDB

Otro importante ensayo de calificación consiste en establecer la Base Hidrostática de Diseño - HDB. Este ensayo se realiza de acuerdo a la norma ASTM D2992 -Procedimiento B y requiere someter a la falla varias muestras de tubería a muy altas y variadas presiones hidrostáticas. Al igual que en el ensayo de corrosión bajo de formación descrito previamente, los resultados son evaluados en base log-log para presión (o tensión por deformación tangencial) vs. tiempo de falla y luego extrapolados a 50 años. El valor extrapolado de la falla de presión a 50 años, denominado como la Base Hidrostática de Diseño o HDB debe ser al menos 1.8 veces la clase de presión de la tubería (Ver figura 2). En otras palabras, el criterio de diseño requiere que en promedio el tubo resista 1.8 veces la presión máxima de operación, de manera constante durante un período mínimo de 50 años. Debido a la consideración de combinación de cargas, que es la interacción de la presión interna y de las cargas externas del suelo, el valor real del factor de seguridad de la presión a largo plazo es superior a 1.8. Este ensayo de calificación garantiza el correcto desempeño a largo plazo de la tubería a presión.



::Figura 2: Evaluación de resultados del ensayo ASTM procedimiento B

ENSAYO DE LAS JUNTAS

Este importante ensayo de calificación se lleva a cabo sobre prototipos de juntas para uniones selladas con empaques de caucho elastomérico. Este es un ensayo realizado según la norma ASTM D4161. Este ensayo incorpora algunos de los requisitos más rigurosos para el comportamiento de las juntas para tuberías de cualquier tipo de material, dentro de los rangos de presiones y rigidez de la tubería FLOWTITE. La norma ASTM D4161 requiere que las uniones soporten pruebas hidráulicas que simulan condiciones de uso muy severas. La presión de ensayo es dos veces la clase de presión y 100 Kpa (1 bar) para la tubería a gravedad. Las configuraciones de la junta incluye alineamiento recto, rotación angular máxima y cargas diferenciales por cizalladura. También se incluye una prueba de vacío parcial y algunos ensayos cíclicos de presión.

DEFLEXIÓN ANULAR INICIAL

Todas las tuberías deben cumplir con los niveles de deflexión anular inicial sin signos visibles de fisuras o agrietamiento (Nivel A) ni daño estructural de la pared de los tubos (Nivel B), al ser deflectadas verticalmente entre dos platos o barras paralelas.

Nivel de Deflexión*	Clase de Rigidez SN		
	2500	5000	10000
A	15%	12%	9%
B	25%	20%	15%

FLEXIÓN ANULAR A LARGO PLAZO

La resistencia a la deflexión anular o flexión anular (deformación) a largo plazo (50 años) de la tubería PRFV expuesta en un medio acuoso y bajo una carga constante, debe cumplir con el nivel de deflexión A especificado en el ensayo de Deflexión Anular Inicial. Este requisito solo figura en los estándares ISO y CEN propuestos. AWWAC950 requiere que se lleve a cabo el ensayo, pero con el valor previsto para 50 años con que se diseñó la tubería. Las tuberías FLOWTITE se ensayan acorde a la Norma ASTM D5365 - "Deformación Anular bajo flexión a largo plazo de las tuberías de fibra de vidrio" y cumple con ambos requisitos.

APROBACIONES PARA EL TRANSPORTE DE AGUA POTABLE

Los tubos FLOWTITE han sido ensayados y aprobados para el transporte y distribución de agua potable, cumpliendo con el criterio de muchos institutos y organismos mundiales, incluyendo:

- OVGW – Austria
- Belgaqua – Bélgica
- DVGW – Alemania
- VTT – Finlandia
- TIN – Polonia
- ICECON – Rumania
- NSF (Norma Nº 61)– Estados Unidos
- Oficina Técnica de Estudios y Controles– España
- SVGW – Suiza
- Water Byelaws Scheme (WBS). Reino Unido
- Státna Skúsobna -Eslovaquia
- ITC – República Checa Statens Institut for Folkehelse - Noruega
- Ministerio de Servicios de Salud Pública de la Federación Rusa - Rusia

Todas las copias de los reportes de calificación están disponibles en nuestro sitio web www.amitech.com.ar

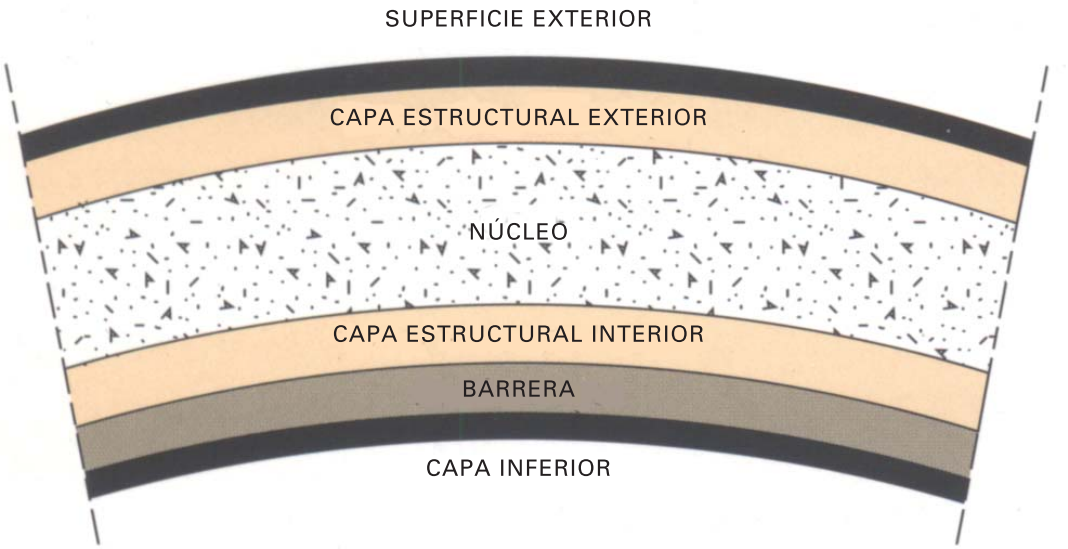
6. MATERIALES

FLOWTITE posee la más moderna y avanzada tecnología de tuberías PRFV con un proceso de fabricación de mandril de avance continuo. Este proceso permite el uso de refuerzos continuos de fibra de vidrio siguiendo la dirección circunferencial del tubo.

En el caso de una tubería diseñada para aplicaciones enterradas o a presión el esfuerzo mayor se concentra en la circunferencia del tubo. Por eso, al incorporar refuerzos de fibra de vidrio enrollados y continuos a lo largo del tubo (y no solamente filamento discontinuo como en el caso del proceso centrifugado), se obtiene un producto que brinda mayor desempeño a un precio más bajo.

Usando la tecnología desarrollada por especialistas en compuestos, se crea un laminado muy compacto que maximiza el aporte de tres materias primas básicas. Se incorporan los dos tipos de refuerzos de fibra de vidrio (cortada y continua), para lograr mayor resistencia circunferencial y axial. La arena se utiliza para aumentar la rigidez y se aplica cerca al eje neutro.

Con el sistema FLOWTITE de doble alimentación de resina, el equipo tiene la capacidad de aplicar resinas especiales en el revestimiento interno del tubo para aplicaciones altamente corrosivas mientras se emplea una resina menos costosa para la parte exterior y estructural del laminado (Ver sección ambiental para aplicaciones con resinas especiales).



7. GAMA DE PRODUCTOS – INFORMACIÓN TÉCNICA

DIÁMETROS

La tubería FLOWTITE puede ser suministrada en los siguientes diámetros nominales (mm). Diámetros mayores o diferentes hasta 3000 mm están disponibles a solicitud del cliente. Consultar con su proveedor FLOWTITE.

• 300	• 600	• 1100	• 1600	• 2200
• 350	• 700	• 1200	• 1700	• 2400
• 400	• 800	• 1300	• 1800	• 2600
• 450	• 900	• 1400	• 1900	• 2800
• 500	• 1000	• 1500	• 2000	• 3000

VALORES DE CAPACIDAD A LAS CARGAS

Los siguientes valores a la tensión axial y circunferencial pueden utilizarse para el diseño de las tuberías.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN AXIAL

Carga mínima inicial de rotura en sentido axial (longitudinal) en N/mm de circunferencia.

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	95	115	140	150	170	190	220
350	100	125	150	165	190	215	255
400	105	130	160	185	210	240	285
450	110	140	175	205	235	265	315
500	115	150	190	220	250	290	345
600	125	165	220	255	295	345	415
700	135	180	250	290	340	395	475
800	150	200	280	325	380	450	545
900	165	215	310	355	420	505	620
1000	185	230	340	390	465	555	685
1100	195	245	360	425	530	610	750
1200	205	260	380	460	560	660	815
1400	225	290	420	530	630	760	945
1600	250	320	460	600	715	865	1075
1800	275	350	500	670	800	955	1205
2000	300	380	540	740	885	1055	ND
2200	325	410	580	810	972	1155	ND
2400	350	440	620	880	1056	1255	ND
2600	375	470	660	950	1140	ND	ND
2800	410	510	705	1020	1226	ND	ND
3000	430	545	750	1090	1311	ND	ND

ACCESORIOS

Todos los accesorios normalmente usados, tales como codos, Tees ramales tangenciales, ramales en Y (solo a gravedad), bridas y reducciones pueden ser suministrados.

CLASES DE RIGIDEZ

Las tuberías FLOWTITE se fabrican en las siguientes clases de rigidez inicial (EI/D3)

Clase de Rigidez	
SN	N/m
2500	2500
5000	5000
10000	10000

También se pueden fabricar tuberías en rigideces que se ajusten a las necesidades específicas del proyecto.

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN CIRCUNFERENCIAL

Carga mínima inicial de rotura en sentido circunferencial en N/mm de longitud:

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	60	360	600	960	1200	1500	1920
350	70	420	700	1120	1400	1750	2240
400	80	480	800	1280	1600	2000	2560
450	90	540	900	1440	1800	2250	2880
500	100	600	1000	1600	2000	2500	3200
600	120	720	1200	1920	2400	3000	3840
700	140	840	1400	2240	2800	3500	4480
800	160	960	1600	2560	3200	4000	5120
900	180	1080	1800	2880	3600	4500	5760
1000	200	1200	2000	3200	4000	5000	6400
1100	220	1320	2200	3520	4400	5500	7040
1200	240	1440	2400	3840	4800	6000	7680
1300	260	1560	2600	4160	5200	6500	8320
1400	280	1680	2800	4480	5600	7000	8960
1500	300	1800	3000	4800	6000	7500	9600
1600	320	1920	3200	5120	6400	8000	10240
1700	340	2040	3400	5440	6800	8500	10880
1800	360	2160	3600	5760	7200	9000	11520
1900	380	2280	3800	6080	7600	9500	ND
2000	400	2400	4000	6400	8000	10000	ND
2200	440	2640	4400	7040	8800	11000	ND
2400	480	2880	4800	7680	9600	12000	ND
2600	520	3120	5200	8320	10400	ND	ND
2800	560	3360	5600	8960	11200	ND	ND
3000	600	3600	6000	9600	12000	ND	ND

PRESIONES

La siguiente tabla contiene las diferentes clases de presiones en las que se pueden suministrar las tuberías FLOWTITE. No todas las clases de presiones se pueden fabricar en todos los diámetros y rigideces.

Clase de Presión PN (Bar)	Presión de Trabajo PW (Bar)	Diámetro Límite (mm)
1 (gravedad)	1	3000
6	6	3000
10	10	3000
16	16	3000
20	20	3000
25	25	2400
32	32	1800

NOTA: Debe consultarse con el proveedor alguna limitante con el equipo de la prueba hidrostática para algunos diámetros y presiones y con la disponibilidad de diámetros en las diferentes plantas de la región.

Los diferentes rangos de presiones han sido establecidos de acuerdo a las especificaciones del "Manual de Diseño para Tuberías de Fibra de Vidrio M-45 de AWWA". Las tuberías están calibradas para trabajar a la máxima presión de trabajo, incluso cuando sean tuberías enterradas a la profundidad máxima recomendada. Para asegurar la larga vida útil de diseño de las tuberías FLOWTITE, se debe anotar y observar lo siguiente:

PRUEBA HIDRÁULICA

Presión Máxima (AWWA C950 & ASTM D3517)	
Ensayo en Fábrica	2.0 x PN (Clase de Presión)
Presión Máxima	
Ensayo en Campo	1.5 x PN (Clase de Presión)*

GOLPE DE ARIETE

Presión Máxima	1.4 x PN (Clase de Presión)

* Otras estructuras deben ser diseñadas para manejar ensayos de presión mayores a la PN.

VELOCIDAD DE FLUJO

La velocidad de flujo máxima recomendada es de 3,0 m/seg. Se puede trabajar con velocidades de hasta 4,0 m/seg. si el agua es limpia y no contiene materiales abrasivos. Para velocidades mayores a las aquí establecidas favor de consultar a su proveedor FLOWTITE.

RESISTENCIA A LOS RAYOS UV

No existe evidencia que demuestre que los rayos ultravioletas sean un factor que afecte la vida útil de las tuberías FLOWTITE. Sólo la superficie externa se verá afectada presentando decoloración. Si se desea, el contratista que instala el producto podrá pintar el exterior de la tubería con pintura a base de uretano compatible con PRFV. Sin embargo, este tratamiento requerirá un mantenimiento futuro.

RELACIÓN DE POISSON

La Relación de Poisson se ve afectada por la construcción de la tubería. Para las tuberías FLOWTITE el cociente de la carga anular (circunferencial) y la reacción axial (longitudinal) varia entre 0.22 y 0.29. En el caso de carga axial y reacción anular, el cociente es levemente menor.

TEMPERATURA

35ºC o menores

Para aplicaciones de acuerdo con la "Guía Ambiental para las tuberías FLOWTITE" no se requiere degradación de presión para la tubería. La selección de la resina debe hacerse de acuerdo con la lista ambiental de la Guía mencionada. Debe considerarse que dependiendo del ambiente, pueden existir limitaciones adicionales relacionadas con la temperatura. Consulte la Guía Ambiental en las páginas 21 y 22 para precisar estos detalles.

Entre 36ºC y 50ºC

Para aplicaciones de acuerdo con la "Guía Ambiental para las tuberías FLOWTITE" deberá seguirse la siguiente recomendación de degradación de presión para la tubería:

Temperatura (°C)	Degradación (%)
36 a 40	30
41 a 45	40
46 a 50	50

Se recomienda que luego de degradar se utilice la siguiente clase de presión estándar más alta que la obtenida. Por ejemplo, una línea que trabaje a 18 Bar de presión a una temperatura continua de 42ºC, se revalúa en 30 Bar (18/(1-0.4)); la siguiente clase de presión estándar es PN32 Bar, la cual debe ser seleccionada para el proyecto.

Entre 51ºC y 70ºC

Para temperaturas de trabajo dentro de este rango, la presión de diseño de la tubería deberá ser degradada mínimo en un 50% y ser fabricada con resina vinilester. Para otras limitaciones de temperatura dependiendo del medio ambiente, favor consulte la Guía en las páginas 21 y22.

Una limitación adicional tiene lugar en la máxima presión de operación a la cual las tuberías FLOWTITE pueden ser utilizadas, dependiendo de la temperatura de operación continua del sistema, como se muestra en la siguiente tabla:

Temperatura (°C)	Presión Máx. de Operación (Bar)
36 a 40	20
41 a 45	16
46 a 50	16

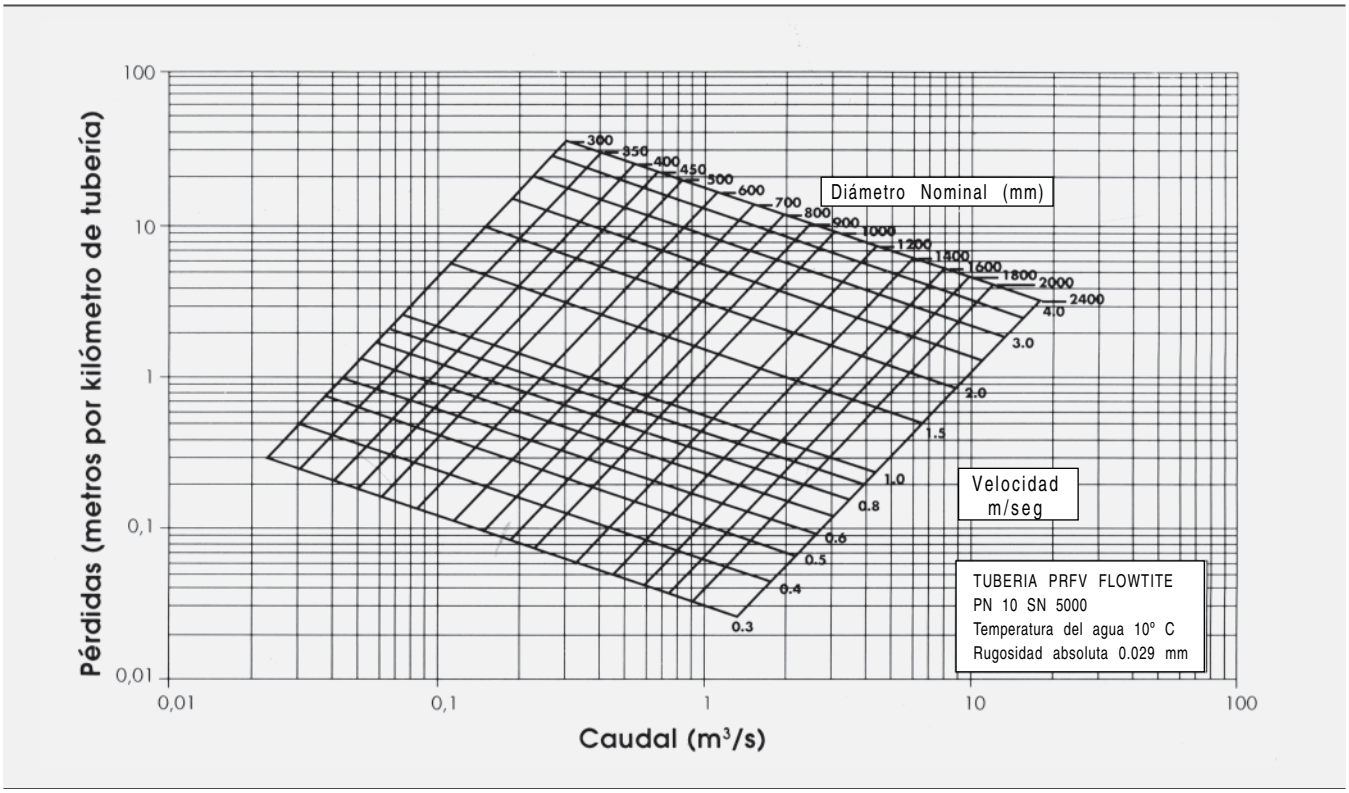
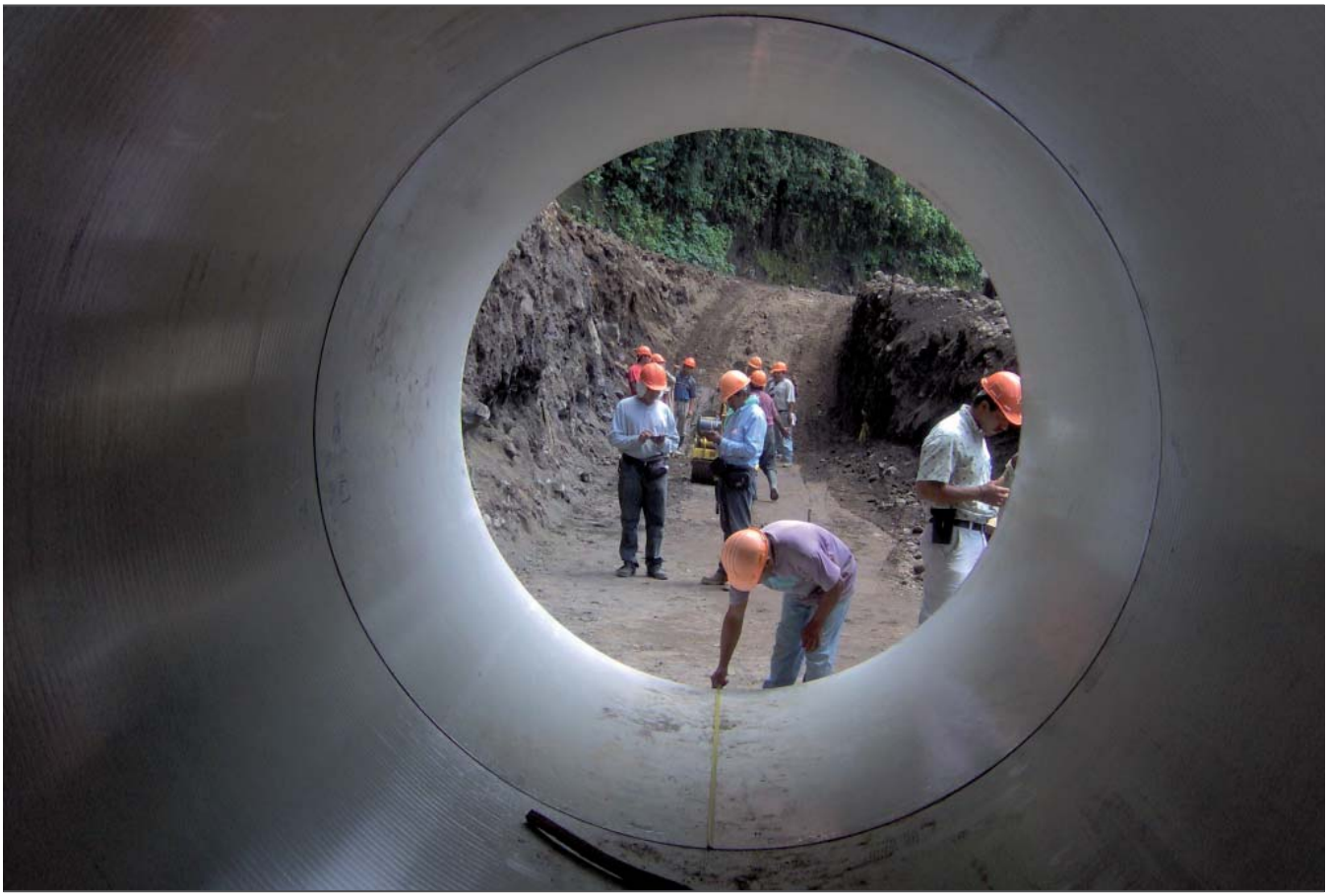

Pérdidas (metros por kilómetro de tubería)
100
10
1
0,1
0,01
0,01
0,1
1
10
100
Caudal (m³/s)
Diámetro Nominal (mm)
300
350
400
450
500
600
700
800
900
1000
1200
1400
1600
1800
2000
2400
4.0
3.0
2.0
1.5
1.0
0.8
0.6
0.5
0.4
0.3
Velocidad m/seg
TUBERIA PRFV FLOWTITE
PN 10 SN 5000
Temperatura del agua 10° C
Rugosidad absoluta 0.029 mm

Figura 3.11



COEFICIENTE TÉRMICO

El coeficiente térmico de expansión y contracción axial de la tubería FLOWTITE es de 24 a 30 x 10

COEFICIENTES DE FLUJO

Basados en los resultados de los ensayos realizados durante 3 años a la tubería FLOWTITE, el coeficiente Colebrook-White que se debe considerar es de 0.029 mm. Esto corresponde a un coeficiente Manning de aproximadamente 0,009 y a un coeficiente de flujo Hazen-Williams de aproximadamente C=150.
Para asistir a los diseñadores en un cálculo estimativo de las pérdidas de carga asociadas con las tuberías FLOWTITE, ha sido suministrada la Figura 3.11. Para mayores detalles contactar a su proveedor de tuberías PRFV.

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

La resistencia a la abrasión se puede relacionar con el efecto que la arena u otros materiales similares pueden tener en la superficie interna del tubo. Si bien ninguna norma especifica un procedimiento de ensayo o un método de medición, las tuberías FLOWTITE han sido evaluadas mediante el método «Darmstadt Rocker». Los resultados varían según el tipo de material abrasivo utilizado en el ensayo. Para el caso de la misma grava que la utilizada en la Universidad Darmstadt, el promedio de pérdida por abrasión de las tuberías FLOWTITE, es de 0.34 mm a100,000 ciclos.

DEFLEXIÓN ANGULAR DE LA UNIÓN

La unión es rigurosamente ensayada y calificada de acuerdo a la Normas ASTM D4161 e ISO DIS8639. La deflexión angular máxima (giro) de cada unión, medida como la variación entre los ejes de tubos adyacentes, no debe exceder los valores de la Tabla 3.1. Las tuberías se deben unir alineadas en forma recta y posteriormente pueden ser deflectadas angularmente según lo requerido (Ver Figura 3.9). Cuando las tuberías FLOWTITE vayan a trabajar a presiones superiores a los 16 bar, la deflexión angular permitida se debe ajustar a los valores de la Tabla 3.2.

Tabla 3.1
Deflexión Angular de la Unión FLOWTITE (Presión <16 bar)

Diámetro Nominal del Tubo	Ángulo Máximo de Deflexión	Desplazamiento Nominal (mm) Longitud del Tubo			Radio de Curvatura Nominal (m)		
(mm)	(grados)	3,5 m	7 m	14 m	3,5 m	7 m	14 m
DN < 500	3	183	364	728	134	133	265
500 < DN < 900	2	122	243	485	201	199	398
900 < DN < 1800	1	61	121	243	401	398	797
1800 < DN	0.5	31	61	121	803	797	1594

Nota: Se debe considerar también la limitante de desenchufado máximo de 20 mm.

Tabla 3.2
Alta Presión (>16 bar)

Diámetro Nominal del Tubo (mm)	Ángulo Máximo de Deflexión (grados)		
	20 bar	25 bar	32 bar
DN ≤ 500	2.5	2.0	1.5
600 ≤ DN ≤ 900	1.5	1.3	1.0
1000 ≤ DN ≤ 1400	0.8	0.5	0.5

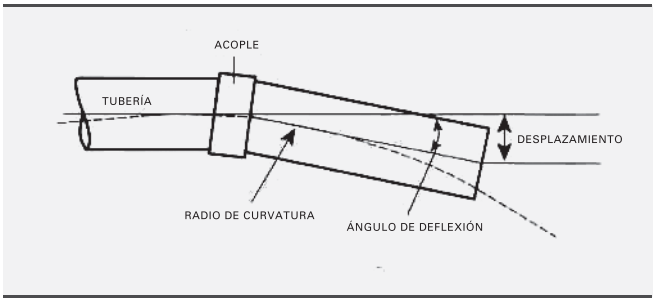


Figura 3.9: Unión con manguito, deflexión angular.

8. SELECCIÓN DE CLASIFICACIÓN DE TUBERÍAS

La selección de las tuberías FLOWTITE se basa en los requerimientos de presión y rigidez.

RIGIDEZ

La rigidez de las tuberías FLOWTITE se especifica de una de las tres clases de rigideces de la siguiente Tabla. La clase de rigidez representa la mínima rigidez (EI/D3) específica inicial de la tubería en N/m2

Clase de Rigidez	
SN	N/m
2500	2500
5000	5000
10000	10000

La rigidez se selecciona de acuerdo a dos parámetros:
(1) Condiciones de instalación que incluyen suelo nativo, tipo de relleno y profundidad de instalación a la clave y (2) presión negativa, si esta existe.

Las características del suelo nativo se clasifican de acuerdo a la Norma ASTM D1586 - Ensayo de Penetración estándar. En la Tabla 4.1 se pueden observar algunos números de golpes típicos según los diferentes tipos de suelo y la densidad de los mismos.

En la Tabla 4.2 se enumera una variedad de tipos de relleno, para permitir que cada instalación sea especificada seleccionando la alternativa mas económica para cada caso. En muchos casos se puede utilizar el mismo suelo nativo de la zanja como material de relleno.

En la Tabla 4.4 se detalla la máxima profundidad admisible a la clave, teniendo en cuenta si existen o no cargas de tránsito, para los tres diferentes tipos de rigidez en los 6 diferentes tipos de suelo natural, considerando una zanja estándar y una deflexión a largo plazo del 5% para tuberías mayores de DN 300 mm.
La relación entre el módulo de elasticidad del material de relleno y los diferentes tipos de suelo para los cuatro diferentes niveles de compactación, se pueden observar en la Tabla 4.5. El segundo parámetro a tener en cuenta para determinar la clase de rigidez es la presión negativa, si existiese.

La Tabla 4.7 en la página 15 de este manual muestra que rigidez se debe considerar para los diferentes niveles de presión negativa y profundidades de instalación, para las condiciones promedio del suelo natural y el material de relleno. La rigidez seleccionada deberá ser la mayor determinada que se ajuste a la presión negativa y las condiciones de enterramiento.

TIPOS DE INSTALACIÓN

La Figura en la página 15 muestra dos tipos de instalación estándar comúnmente utilizadas para las tuberías FLOWTITE. Existen instalaciones alternativas que se ajustan a condiciones específicas, incluyendo zanjas anchas, tablestacado, estabilización del suelo, uso de geotextiles, etc. Para mayor información, consultar el manual de FLOWTITE "Recomendaciones de Instalación y Manipulación para Tuberías Enterradas". Las tuberías FLOWTITE se pueden instalar en diferentes condiciones, incluyendo instalación aérea, subacuática, sin zanja y en pendientes pronunciadas. Estas instalaciones requieren mayor planificación y cuidado que una instalación estándar. Por este motivo, FLOWTITE Technology ha desarrollado recomendaciones específicas para estas situaciones. Para mayor información sobre estas recomendaciones, contacte a su proveedor quien le dará los detalles correspondientes.

Tabla 4.1: Clasificación del Grupo de Suelo Nativo

Grupos de Suelos	Granular		Cohesivo		Módulo Msn*
	Conteo de golpes	Descripción	qu kPa	Descripción	
1	>15	Compacto	>200	Muy rígido	34,50
2	8 - 15	Levemente compacto	100 - 200	Rígido	20, 70
3	4 - 8	Suelto	50 - 100	Medio	10,30
4	2 - 4		25 - 50	Blando	4,80
5	1 - 2	Muy suelto	13 - 25	Muy blando	1,40
6	0 - 1	Muy, muy suelto	0 - 13	Muy, muy blando	0,34

*Msn: Valores del módulo restringido

9. RECOMENDACIONES GENERALES DE INSTALACIÓN

Para asegurar la larga vida útil y el buen desempeño de las tuberías FLOWTITE se debe realizar una adecuada manipulación e instalación del producto. Es importante que el cliente, el diseñador y el contratista entiendan que las tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) están diseñadas para utilizar la cama de asiento y la zona de apoyo de la tubería resultante de las recomendaciones de instalación. Los ingenieros han comprobado a través de la experiencia que los materiales granulares adecuadamente compactados son ideales para el relleno de la zanja con tuberías PRFV. La tubería y el material circundante forman un "sistema suelo - tubería" de excelente desempeño. Para mayor información, consulte el manual de FLOWTITE "Recomendaciones de Instalación y Manipulación de Tuberías Enterradas". La siguiente información es un resumen parcial de los procedimientos de instalación, que bajo ningún punto reemplaza las recomendaciones que deben tenerse en cuenta para cualquier proyecto.

ZANJA ESTÁNDAR

El detalle de una zanja estándar se muestra en el esquema a la derecha. La zanja siempre deberá ser lo suficientemente ancha como para permitir el emplazamiento de la tubería y la compactación adecuada del material de relleno. Las profundidades de relleno a la clave del tubo presentadas en esta guía están basadas en una zanja con un ancho igual a 1.75 veces el diámetro nominal de la tubería. Se pueden lograr anchos menores a 1.5 veces el DN de la tubería, sin embargo esto afectará los límites de profundidad. Consulte a su proveedor para mayor información al respecto.

CAMA DE ASIENTO

El asiento de la zanja, con material apropiado, debe proveer un apoyo constante y uniforme para la tubería.

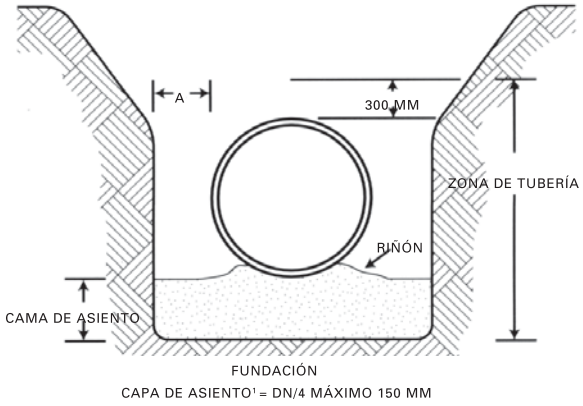
MATERIAL DE RELLENO

Para garantizar un adecuado sistema suelo-tubería, debe utilizarse el material de relleno adecuado. La mayoría de suelos de partículas gruesas (de acuerdo al Sistema de Clasificación Unificado) son buenos como material de relleno. Cuando las recomendaciones de instalación admitan el uso del suelo natural como material de relleno, se debe tener especial cuidado que el material no incluya rocas, escombros, materiales congelados u orgánicos. La Tabla 4.2 muestra los materiales de relleno aceptables.

DETALLE DE ZANJA ESTÁNDAR

Ancho mínimo de zanja

La dimensión A es mínimo 0.75 *DN/2



1.Si en el fondo de la zanja hay rocas, suelos blandos, inestables o altamente expansivos, es necesario incrementar la profundidad de la capa de asiento para alcanzar un adecuado soporte longitudinal.
2.La dimensión A debe permitir espacio suficiente para operar los equipos de compactación y asegurar la colocación correcta del relleno del soporte inferior. Esto podría requerir de zanjas más anchas de la mínima especificada anteriormente, particularmente para diámetros pequeños.

VERIFICACIÓN DE LA TUBERÍA INSTALADA

Una vez instalado cada tubo, se debe verificar la deflexión vertical diametral máxima. Con las tuberías FLOWTITE este procedimiento es fácil y rápido.

DEFLEXIÓN DIAMETRAL DE LA TUBERÍA INSTALADA

La deflexión diametral inicial máxima (normalmente vertical) permitida se debe ajustar a los siguientes valores:

Deflexión inicial Máxima	%
DN ≥ 300	3

La máxima deflexión diametral a largo plazo admisible debe ser de 5% para diámetros a partir de los 300 mm . Estos valores se aplican a todas las clases de rigidez. No se permiten pandeos, declives u otros cambios abruptos en la curvatura de la pared de la tubería. Las tuberías instaladas fuera de estas limitaciones pueden no brindar el desempeño deseado.

Tabla 4.2: Clasificación del Tipo de Material de Relleno

Grupos de suelos de Relleno	Descripción de los suelos de relleno
SC1	Piedra triturada con <15% de arena, máximo de 25% que pase por el tamiz de 9,5 mm y máximo de 5% de material fino
SC2	Suelos limpios de grano grueso: SW, SP[1]), GW, GP o cualquier suelo que comience con uno de estos símbolos con 12% de material fino o menos [2])
SC3	Suelo de grano grueso con material fino: GM, GC, SM, SC o cualquier suelo que comience con alguno de estos símbolos con 12% de finos o más [2]) Suelos de grano fino, arenosos o con grava: CL, ML, (o CL-ML., CL/ML, ML/CL) con un 30% o más que quede retenido en tamiz número 200.
SC4	Suelos de grano fino: CL, ML (o CL-ML, CL/ML, ML/CL) con un 30% o menos que quede retenido en tamiz numero 200.

Nota: Los símbolos en la tabla corresponden a la Designación de la Clasificación Unificada de Suelos (Unified Soil Classification Designation ASTM D2487)1) Arena fina y uniforme, SP, con más del 50% que pase el tamiz número 100 (0,15mm). Es muy sensible a la humedad y no se recomienda como relleno 2) El % de material fino es el porcentaje del peso de las partículas de suelo que pasan por tamiz número 200 con una abertura de 0,076mm.

Tabla 4.4 :
Tipo 1, DN ≥ 300 mm
Carga de tráfico AASHTO HS 20 - Sin vacío interno - Nivel freático por debajo del invert del tubo

Zanja estándar, Bd/D = 1,8													
Relleno	SC1			SC2			SC3			SC4			SUELO NATIVO
Profundidad de instalación (m) / SN	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	2500	5000	10000	
1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	GRUPO 1
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
5.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
8.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	
12.0	D	D	D	90	90	85	90	90	85			95	
20.0	D	D	D	90	90	90	95	95	95				
30.0	C	C	C	95	95	95							
1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	GRUPO 2
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
5.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
8.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	95	95	
12.0	D	D	D	90	90	90	95	95	90				
20.0	C	D	D	95	90	90			95				
30.0	C	C	C	100	100	100							
1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	GRUPO 3
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
5.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
8.0	D	D	D	90	90	85	90	90	85	95	95	95	
12.0	D	D	D	90	90	90	95	95	95				
20.0	C	C	C	100	100	100							
30.0													
1.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	GRUPO 4
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
3.0	D	D	D	85	85	85	85	85	85	90	90	90	
5.0	D	D	D	90	85	85	90	85	85	95	95	95	
8.0	C	D	D	95	90	90	95	95	95				
12.0	C	C	C	100	100	95							
20.0													
30.0													
1.0	D	D	D	90	85	85	95	90	85		95	90	GRUPO 5
1.5	D	D	D	85	85	85	85	85	85	95	90	90	
2.0	D	D	D	85	85	85	90	85	85	95	95	90	
3.0	D	D	D	90	90	85	95	95	85			90	
5.0	C	C	D	95	95	90			95				
8.0	C	C	C	100	100	100							
12.0													
20.0													
30.0													
1.0	D	D	D	95	90	90			95				GRUPO 6
1.5	D	D	D	90	90	85	95	95	90			95	
2.0	D	D	D	95	90	90		95	90				
3.0	C	C	D	95	95	90			95				
5.0			C			100							
8.0													
12.0													
20.0													
30.0													

Instalación Tipo 1, DN ≥ 300mm. Carga de tráfico - Nivel freático por debajo del invert del tubo.
Compactación mínima del relleno, % de la Densidad Proctor Estándar (D: Arrojado; C: Compactado)

Tabla 4.5: Msb para Grupos de Rellenos SC1 a SC4

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo18,8 KN/m3)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar	
		Compactado	Arrojado
m	KPa	MPa	MPa
0,4	6,9	16,2	13,8
1,8	34,5	23,8	17,9
3,7	69,0	29,0	20,7
7,3	138,0	37,9	23,8
14,6	276,0	51,7	29,3
22,0	414,0	64,1	34,5

Tabla 4.5-1: Grupo de Relleno SC1

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo18,8 KN/m3)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar			
		100	95	90	85
m	KPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0,4	6,9	16,2	13,8	8,8(7,5)	3,2(2,4)
1,8	34,5	23,8	17,9	10,3(8,8)	3,6(2,7)
3,7	69,0	29,0	20,7	11,2(9,5)	3,9(2,9)
7,3	138,0	37,9	23,8	12,4(10,5)	4,5(3,4)
14,6	276,0	51,7	29,3	14,5(12,3)	5,7(4,3)
22,0	414,0	64,1	34,5	17,2(14,6)	6,9(5,2)

Tabla 4.5-2: Grupo de Relleno SC2

Profundidad de Instalación (Densidad del suelo18,8 KN/m3)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar			
		100	95	90	85
m	KPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0,4	6,9		9,8(4,9)	4,6(2,3)	2,5(1,3)
1,8	34,5		11,5(5,8)	5,1(2,6)	2,7(1,4)
3,7	69,0		12,2(6,1)	5,2(2,6)	2,8(1,4)
7,3	138,0		13,0(6,5)	5,4(2,7)	3,0(1,5)
14,6	276,0		14,4(7,2)	6,2(3,1)	3,5(1,8)
22,0	414,0		15,9(8,0)	7,1(3,6)	4,2(2,1)

Tabla 4.5-3: Grupo de Relleno SC3

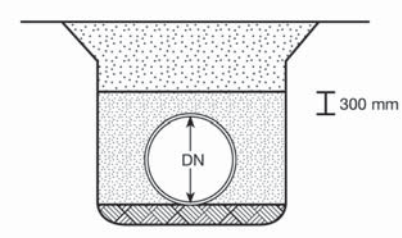
Profundidad de Instalación (Densidad del suelo18,8 KN/m3)	Nivel de tensión vertical	Compactación, % máximo Densidad Próctor Estándar			
		100	95	90	85
m	KPa	MPa	MPa	MPa	MPa
0,4	6,9		3,7(1,11)	1,8(0,54)	0,9(0,27)
1,8	34,5		4,3(1,29)	2,2(0,66)	1,2(0,36)
3,7	69,0		4,8(1,44)	2,5(0,75)	1,4(0,42)
7,3	138,0		5,1(1,53)	2,7(0,81)	1,6(0,48)
14,6	276,0		5,6(1,68)	3,2(0,96)	2,0(0,60)
22,0	414,0		6,2(1,86)	3,6(1,08)	2,4(0,72)

Tabla 4.5-4: Grupo de Relleno SC4

Notas:
1.Los datos en paréntesis ( ) representan el valor reducido de Msb
2.Los valores Msb para los niveles intermedios de tensión vertical que no se encuentran en la Tabla 4.5-1 a la Tabla 4-5-4 se pueden obtener por interpolación.
3.El % máximo de Densidad Proctor Estándar indica la densidad en seco del suelo compactado como un porcentaje de densidad en seco máxima determinada de acuerdo con la norma ASTM D698.

INSTALACIÓN TIPO 1

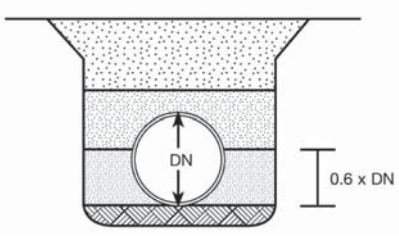
- Construya cuidadosamente el lecho de asiento del tubo.
- Rellene la zona de la tubería (hasta 300 mm) sobre la clave del tubo con el material de relleno especificado y compactado según los niveles requeridos.



Nota: Para aplicaciones de baja presión (PN ≤ 1 bar) sin cargas por tránsito, no es necesario compactar los 300 mm sobre la clave del tubo.

INSTALACIÓN TIPO 2

- Construya el lecho de asiento del tubo. Rellene hasta un nivel del 60% del diámetro del tubo con el material de relleno especificado compactado hasta los niveles indicados.
- Rellene desde el 60% del diámetro hasta 300 mm sobre la clave del tubo con el material de relleno especificado compactado hasta los niveles indicados.



Nota: La configuración de relleno Tipo 2 no es práctica para los tubos de menor diámetro.

Nota: La configuración de relleno tipo 2 no es adecuada para situaciones de cargas por tránsito pesado.

TRÁNSITO

Siempre que existan cargas de tránsito, se deberá compactar toda la zona de relleno hasta el nivel del suelo. Las restricciones de profundidad mínima pueden reducirse con instalaciones especiales tales como empotramientos en concreto, cubiertas de concreto, etc. (Ver Tabla 4.6).

Tabla 4.6 Cargas Superficiales

		Carga de tránsito (Rueda)	Profundidad mínima de instalación a la clave (1)
Tipo de carga	KN	Lbs. Fuerza	Metros
AASHTO H20 (C)	72	16,000	1,0
BS 153 HA (C)	90	20,000	1,5
ATV LKW 12 (C)	40	9,000	1,0
ATV SLW 30 (C)	50	11,000	1,0
ATV SLW 60 (C)	100	22,000	1,5
Cooper E80	vía de tren		3,0

1. Basado en un módulo mínimo en la zona de relleno de la tubería de 6.9 MPa

PRESIÓN NEGATIVA

La presión negativa admisible depende de la rigidez del tubo, del tipo de suelo nativo, de la profundidad y del tipo de instalación. Por favor remítase al Manual de Instalación de tuberías FLOWTITE para un cálculo rápido de instalación con vacío absoluto.

PRESIONES ELEVADAS

Las presiones elevadas (> 16 bar) requieren mayor profundidad de relleno a la clave para prevenir levantamientos y movimientos de la tubería. Para tubos a partir de DN 300 mm, la mínima profundidad del relleno a la clave deberá ser de 1.2 metros. Consulte su proveedor de tuberías para mayores detalles.

NIVEL FREÁTICO ALTO

Para impedir que una tubería sumergida vacía pueda flotar es necesario cubrirla con relleno a una altura equivalente a 0.75 veces el diámetro del tubo (densidad mínima del suelo seco: 1900 Kg/m3). Alternativamente, la instalación puede realizarse mediante el anclaje de los tubos. Si se realiza este tipo de instalación, deben utilizarse flejes de fijación hechas con material plano, de un mínimo de 25 mm de ancho, situadas a intervalos de 4 metros como máximo. Para más detalles sobre el anclaje y profundidad mínima del relleno a la clave del tubo, consulte al fabricante.

10. INSTALACIÓN SIN ZANJA

El actual crecimiento de las áreas urbanas dificulta abrir zanjas y alterar las condiciones de la superficie del suelo para instalar, reemplazar o renovar sistemas de tuberías subterráneos. La instalación sin zanja incluye el revestimiento de las tuberías existentes mediante la técnica llamada "sliplining" (revestimiento). Esta técnica consiste en instalar una nueva tubería al interior de la existente. Otro método de instalación sin zanja es el llamado "jacking" que consiste en abrir una perforación y empujar la tubería. FLOWTITE Technology ha desarrollado productos para poder llevar a cabo estas nuevas técnicas de instalación.

SLIPLINING (REVESTIMIENTO)

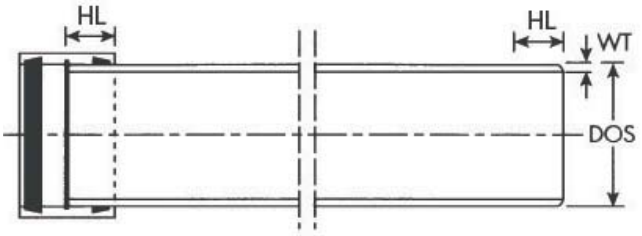
El proceso de fabricación de FLOWTITE es único en el sentido que permite que un producto se fabrique de acuerdo a los requerimientos específicos de un proyecto. Dada la capacidad de fabricar diámetros especialmente diseñados según las necesidades del cliente, FLOWTITE puede brindar un producto de medidas óptimas que se ajusta al diámetro interno de la tubería existente. Esto provee volúmenes de flujo máximos y una fácil instalación. La tubería "sliplining" a gravedad (PN1) de FLOWTITE se fabrica con una unión que no sobresale del tubo, minimizando el diámetro externo de la nueva tubería y posibilitando una fácil instalación al mismo tiempo que mantiene el máximo volumen de flujo posible. Los tiempos de instalación se reducen, gracias a la capacidad de fabricar longitudes variables (cualquiera hasta 14 metros). El tiempo reducido de instalación implica menores costos y menos tiempo de interrupción del servicio de la tubería que se rehabilita.

Características	Tuberías
Diámetros a medida	Mínima pérdida de diámetro interno de la tubería existente, que permite maximizar el volumen de flujo
Longitudes a medida	Instalación fácil y rápida, menor tiempo de servicio interrumpido.
Unión que no sobresale del tubo	Facilita la instalación Minimiza el diámetro externo de la nueva tubería

11. DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS

RIGIDEZ 2500														
					PN 01		PN 06		PN 10		PN 16		PN 20	
DN(1)	HL	DEmax	DEmin	Peso(2)	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor
		Max	Min	kg/m	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm
300	125	324,50	323,50	8,13	17,37	4,07	17,37	4,07	20,79	4,00	30,94	3,89	39,00	3,89
350	125	376,40	375,40	11,08	15,08	4,69	15,08	4,69	20,13	4,52	30,22	4,39	36,20	4,42
400	125	427,30	426,30	14,47	13,46	5,32	13,46	5,32	19,56	5,04	29,83	4,87	35,27	4,90
450	125	478,20	477,20	18,36	12,25	5,96	12,25	5,96	19,03	5,56	29,53	5,40	34,69	5,38
500	125	530,10	529,10	22,89	11,29	6,64	11,29	6,64	18,56	6,09	28,74	5,90	34,57	5,87
600	155	617,00	616,00	31,44	10,48	7,75	10,48	7,75	18,15	6,97	28,18	6,72	34,02	6,68
700	155	719,00	718,00	42,40	10,40	8,92	10,40	8,92	17,82	8,01	28,06	7,68	33,71	7,63
800	155	821,00	820,00	55,04	10,35	10,08	10,35	10,08	17,86	9,07	27,66	8,64	33,61	8,57
900	155	923,00	922,00	69,45	10,25	11,26	10,25	11,26	17,53	10,11	27,64	9,59	33,54	9,52
1000	155	1025,00	1024,00	85,63	10,12	12,46	10,12	12,46	17,33	11,14	27,47	10,54	33,33	10,46
1100	155	1127,00	1126,00	103,45	10,02	13,66	10,02	13,66	17,30	12,16	27,33	11,50	33,11	11,40
1200	155	1229,00	1228,00	122,33	10,10	14,78	10,10	14,78	17,24	13,18	27,21	12,45	33,07	12,35
1300	155	1331,00	1330,00	143,57	10,05	15,98	10,05	15,98	17,19	14,20	27,20	13,40	33,02	13,29
1400	155	1433,00	1432,00	165,79	10,08	17,12	10,08	17,12	17,10	15,23	27,11	14,36	32,96	14,23
1500	155	1535,00	1534,00	189,10	10,21	18,20	10,21	18,20	17,21	16,22	27,10	15,31	32,96	15,17
1600	155	1637,00	1636,00	215,60	10,12	19,43	10,12	19,43	16,97	17,28	27,03	16,26	32,97	16,11
1700	155	1739,00	1738,00	245,02	10,02	20,76	10,02	20,76	16,97	18,29	27,01	17,21	32,83	17,06
1800	155	1841,00	1840,00	274,13	10,02	21,91	10,02	21,91	16,95	19,31	26,95	18,17	32,84	18,00
1900	155	1943,00	1942,00	304,26	10,07	23,03	10,07	23,03	17,02	20,31	26,93	19,12	32,72	18,94
2000	155	2045,00	2044,00	336,93	10,04	24,21	10,04	24,21	16,91	21,36	27,01	20,06	32,81	19,88
2200	155	2249,00	2248,00	406,70	10,04	26,54	10,04	26,54	16,88	23,39	26,92	21,97	32,66	21,76
2400	155	2453,00	2452,00	483,14	10,03	28,86	10,03	28,86	16,90	25,42	26,84	23,87	32,65	23,65
2600	170	2657,00	2656,00	566,03	10,03	31,19	10,03	31,19	16,81	27,48	26,80	25,78	32,65	25,53
2800	170	2861,00	2860,00	654,34	10,08	33,46	10,08	33,46	16,77	29,52	26,78	27,68	32,59	27,41
3000	170	3065,00	3064,00	751,87	10,02	35,86	10,02	35,86	16,74	31,57	26,76	29,58	32,55	29,29

NOTAS:
N. D. = No disponible
(1) Para diámetros mayores que 3000mm consultar con el fabricante.
(2) El peso indicado corresponde a PN 6, que son los tubos más pesados de cada categoría.
• Las medidas están en milímetros a no ser que se escriba una diferente.
• Las dimensiones de las tuberías pueden variar en algunos países, de acuerdo con estándares y/o prácticas locales.



RIGIDEZ 5000																
					PN 01		PN 06		PN 10		PN 16		PN 20		PN25	
DN(1)	HL	DEmax	DEmin	Peso(2)	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor
		Max	Min	kg/m	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm
300	125	324,50	323,50	10,39	14,04	5,07	14,04	5,07	14,98	5,03	23,88	4,75	28,36	4,69	33,63	4,72
350	125	376,40	375,40	14,24	12,36	5,89	12,36	5,89	14,54	5,74	22,98	5,39	27,82	5,32	32,92	5,34
400	125	427,30	426,30	18,52	11,64	6,69	11,64	6,69	14,48	6,40	22,69	6,01	27,14	5,99	32,79	5,93
450	125	478,20	477,20	23,54	10,69	7,53	10,69	7,53	14,34	7,08	22,84	6,62	27,10	6,58	32,55	6,53
500	125	530,10	529,10	29,19	10,09	8,37	10,09	8,37	14,12	7,78	22,09	7,34	26,82	7,20	32,02	7,14
600	155	617,00	616,00	39,35	10,07	9,63	10,07	9,63	13,86	8,94	21,88	8,38	26,58	8,23	32,08	8,15
700	155	719,00	718,00	53,21	10,06	11,12	10,06	11,12	13,64	1,32	21,58	9,63	26,53	9,43	31,79	9,35
800	155	821,00	820,00	68,85	10,08	12,54	10,08	12,54	13,71	11,64	21,43	10,86	26,27	10,64	31,58	10,54
900	155	923,00	922,00	86,74	10,05	14,01	10,05	14,01	13,30	13,16	21,36	12,09	26,11	11,84	31,65	11,72
1000	155	1025,00	1024,00	106,35	10,13	15,44	10,13	15,44	13,21	14,53	21,25	13,33	26,12	13,04	31,34	12,91
1100	155	1127,00	1126,00	128,50	10,06	16,92	10,06	16,92	13,18	15,89	21,25	14,55	25,97	14,25	31,27	14,10
1200	155	1229,00	1228,00	151,96	10,17	18,32	10,17	18,32	13,08	17,28	21,28	15,78	25,96	15,45	31,29	15,28
1300	155	1331,00	1330,00	179,24	10,12	19,92	10,12	19,92	13,10	18,63	21,18	17,02	25,88	16,65	31,30	16,47
1400	155	1433,00	1432,00	207,17	10,13	21,36	10,13	21,36	13,09	19,97	21,06	18,26	25,84	17,85	31,22	17,65
1500	155	1535,00	1534,00	238,15	10,05	22,88	10,05	22,88	13,05	21,35	21,10	19,48	25,81	19,05	31,13	18,84
1600	155	1637,00	1636,00	269,97	10,08	24,30	10,08	24,30	12,96	22,74	21,08	20,71	25,81	20,25	31,10	20,02
1700	155	1739,00	1738,00	304,81	10,04	25,80	10,04	25,80	12,98	24,09	20,99	21,95	25,78	21,45	31,09	21,21
1800	155	1841,00	1840,00	341,41	10,02	27,28	10,02	27,28	12,97	25,45	21,02	23,17	25,78	22,65	31,16	22,39
1900	155	1943,00	1942,00	379,46	10,05	28,71	10,05	28,71	12,95	26,82	21,03	24,40	25,76	23,85	31,04	23,58
2000	155	2045,00	2044,00	419,49	10,07	30,14	10,07	30,14	12,92	28,18	20,94	25,65	25,74	25,05	31,08	24,76
2200	155	2249,00	2248,00	507,23	10,04	33,10	10,04	33,10	12,92	30,90	20,94	28,10	25,73	27,45	31,04	27,13
2400	155	2453,00	2452,00	601,76	10,08	35,97	10,08	35,97	12,86	33,66	20,89	30,57	25,71	29,85	30,99	29,50
2600	170	2657,00	2656,00	706,24	10,04	38,94	10,04	38,94	12,88	36,37	20,85	33,04	ND	ND	ND	ND
2800	170	2861,00	2860,00	817,76	10,05	41,84	10,05	41,84	12,82	39,13	20,84	35,50	ND	ND	ND	ND
3000	170	3065,00	3064,00	937,79	10,04	44,76	10,04	44,76	12,86	41,82	20,82	37,97	ND	ND	ND	ND

N. D. = No disponible

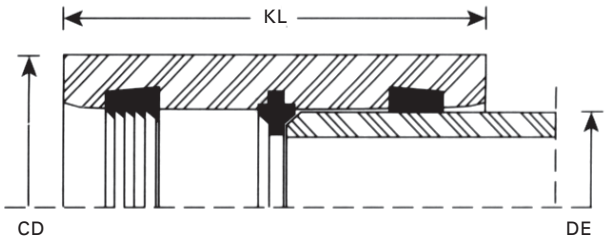
RIGIDEZ 10000																	
					PN 01		PN 06		PN 10		PN 16		PN 20		PN25		PN32	
DN(1)	HL	DEmax	DEmin	Peso(2)	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor	Eht	Espesor
		Max	Min	kg/m	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm	(Gpa)	mm
300	125	324,50	323,50	12,65	14,59	6,12	14,59	6,12	14,59	6,12	17,86	5,94	21,66	5,79	25,79	5,72	31,48	5,71
350	125	376,40	375,40	17,26	13,29	7,11	13,29	7,11	13,29	7,11	17,21	6,79	21,40	6,59	25,37	6,55	31,10	6,47
400	125	427,30	426,30	22,35	12,49	8,04	12,49	8,04	12,49	8,04	17,02	7,61	21,38	7,43	25,16	7,31	31,21	7,22
450	125	478,20	477,20	28,23	11,90	9,02	11,90	9,02	11,90	9,02	18,99	8,27	20,59	8,25	24,92	8,07	30,81	7,97
500	125	530,10	529,10	34,89	11,39	9,99	11,39	9,99	11,39	9,99	16,85	9,24	20,62	9,03	24,79	8,86	30,67	8,74
600	155	617,00	616,00	47,96	10,61	11,71	10,61	11,71	10,61	11,71	16,50	10,73	20,52	10,36	24,77	10,14	30,57	10,01
700	155	719,00	718,00	65,68	10,12	13,68	10,12	13,68	10,12	13,68	16,40	12,34	20,25	11,93	24,66	11,66	30,55	11,50
800	155	821,00	820,00	85,42	10,10	15,53	10,10	15,53	10,10	15,53	16,47	13,95	20,30	13,48	24,66	13,18	30,42	12,99
900	155	923,00	922,00	107,40	10,15	17,32	10,15	17,32	10,15	17,32	16,23	15,61	20,12	15,05	24,48	14,70	30,46	14,48
1000	155	1025,00	1024,00	132,78	10,15	19,25	10,15	19,25	10,15	19,25	16,21	17,23	20,18	16,60	24,50	16,21	30,27	15,98
1100	155	1127,00	1126,00	160,79	10,05	21,15	10,05	21,15	10,05	21,15	16,13	18,86	20,04	18,17	24,45	17,73	30,26	17,47
1200	155	1229,00	1228,00	190,54	10,09	22,95	10,09	22,95	10,09	22,95	16,12	20,49	20,10	19,72	24,36	19,25	30,20	18,96
1300	155	1331,00	1330,00	223,44	10,03	24,82	10,03	24,82	10,03	24,82	16,20	22,08	19,99	21,29	24,41	20,76	30,22	20,45
1400	155	1433,00	1432,00	258,58	10,03	26,65	10,03	26,65	10,03	26,65	16,06	23,74	19,89	22,86	24,34	22,28	30,15	21,94
1500	155	1535,00	1534,00	295,64	10,10	28,43	10,10	28,43	10,10	28,43	16,01	25,37	19,88	24,42	24,32	23,80	30,13	23,43
1600	155	1637,00	1636,00	336,79	10,02	30,33	10,02	30,33	10,02	30,33	16,03	26,99	19,87	25,98	24,34	25,31	30,12	24,92
1700	155	1739,00	1738,00	379,04	10,07	32,12	10,07	32,12	10,07	32,12	16,02	28,61	19,86	27,54	24,26	26,83	30,12	26,41
1800	155	1841,00	1840,00	424,91	10,03	33,99	10,03	33,99	10,03	33,99	15,96	30,26	19,83	29,10	24,29	28,34	30,14	27,90
1900	155	1943,00	1942,00	473,18	10,02	35,83	10,02	35,83	10,02	35,83	16,02	31,86	19,83	30,65	24,27	29,86	ND	ND
2000	155	2045,00	2044,00	522,72	10,07	37,60	10,07	37,60	10,07	37,60	15,98	33,49	19,86	32,20	24,18	31,39	ND	ND
2200	155	2249,00	2248,00	632,04	10,04	41,30	10,04	41,30	10,04	41,30	15,97	36,74	19,84	35,32	24,18	34,42	ND	ND
2400	155	2453,00	2452,00	749,92	10,09	44,90	10,09	44,90	10,09	44,90	15,92	40,01	19,83	38,43	24,15	37,45	ND	ND
2600	170	2657,00	2656,00	880,87	10,03	48,65	10,03	48,65	10,03	48,65	15,94	43,24	19,82	41,55	ND	ND	ND	ND
2800	170	2861,00	2860,00	1020,67	10,03	52,32	10,03	52,32	10,03	52,32	15,93	46,49	19,74	44,69	ND	ND	ND	ND
3000	170	3065,00	3064,00	1169,90	10,04	55,95	10,04	55,95	10,04	55,95	15,88	49,77	19,74	47,81	ND	ND	ND	ND

N. D. = No disponible

12. UNIONES

Diámetro externo nominal CD (mm)								Longitud KL (mm)								
DN [1]	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16	PN 20	PN 25	PN 32	DN [1]	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16	PN 20	PN 25	PN 32	Peso [2] kg
300	367	367	368	369	369	369	376	300	270	270	270	270	270	270	270	12
350	419	419	420	422	420	422	428	350	270	270	270	270	270	270	270	13
400	470	470	471	474	472	473	480	400	270	270	270	270	270	270	270	15
450	520	520	522	524	524	524	531	450	270	270	270	270	270	270	270	17
500	572	572	574	576	576	577	583	500	270	270	270	270	270	270	270	20
600	666	666	667	669	672	673	680	600	330	330	330	330	330	330	330	33
700	767	767	770	774	775	776	785	700	330	330	330	330	330	330	330	38
800	869	869	873	878	879	881	897	800	330	330	330	330	330	330	330	45
900	972	972	977	980	982	987	1.003	900	330	330	330	330	330	330	330	52
1000	1.075	1.075	1.080	1.083	1.086	1.097	1.113	1000	330	330	330	330	330	330	330	59
1100	1.178	1.178	1.183	1.187	1.192	1.206	1.223	1100	330	330	330	330	330	330	330	69
1200	1.280	1.280	1.286	1.291	1.300	1.312	1.328	1200	330	330	330	330	330	330	330	82
1300	1.383	1.383	1.389	1.394	1.406	1.418	1.434	1300	330	330	330	330	330	330	330	95
1400	1.485	1.485	1.491	1.499	1.511	1.524	1.536	1400	330	330	330	330	330	330	330	107
1500	1.588	1.588	1.594	1.604	1.617	1.628	1.643	1500	330	330	330	330	330	330	330	119
1600	1.690	1.690	1.697	1.709	1.722	1.732	1.747	1600	330	330	330	330	330	330	330	131
1700	1.793	1.793	1.800	1.814	1.826	1.836	1.850	1700	330	330	330	330	330	330	330	143
1800	1.895	1.895	1.902	1.918	1.930	1.940	1.954	1800	330	330	330	330	330	330	330	155
1900	1.997	1.997	2.006	2.022	2.033	2.043	N. D.	1900	330	330	330	330	330	330	N. D.	166
2000	2.100	2.100	2.110	2.126	2.137	2.146	N. D.	2000	330	330	330	330	330	330	N. D.	178
2100	2.202	2.202	2.213	2.229	2.240	2.249	N. D.	2100	330	330	330	330	330	330	N. D.	189
2200	2.305	2.305	2.316	2.333	2.343	2.352	N. D.	2200	330	330	330	330	330	330	N. D.	201
2300	2.407	2.407	2.420	2.436	2.446	2.454	N. D.	2300	330	330	330	330	330	330	N. D.	213
2400	2.509	2.509	2.523	2.539	2.549	2.557	N. D.	2400	330	330	330	330	330	330	N. D.	224
2500	2.632	2.632	2.646	2.662	2.672	N. D.	N. D.	2500	330	330	330	330	330	N. D.	N. D.	286
2600	2.733	2.733	2.743	2.754	2.768	N. D.	N. D.	2600	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	305
2700	2.835	2.835	2.845	2.858	2.872	N. D.	N. D.	2700	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	324
2800	2.938	2.938	2.948	2.962	2.977	N. D.	N. D.	2800	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	343
2900	3.040	3.040	3.050	3.066	3.081	N. D.	N. D.	2900	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	362
3000	3.143	3.143	3.153	3.170	3.185	N. D.	N. D.	3000	360	360	360	360	360	N. D.	N. D.	382

N. D. = No disponible
(1) Para diámetros mayores que 3000mm consultar con el fabricante
(2) El peso indicado corresponde a la presión más alta, que sería el acople más pesado de cada categoría
Consultar con el fabricante para más detalles•
Las dimensiones son en milímetros y únicamente aproximadas



13. UNIÓN DE TUBERÍAS

Las tuberías FLOWTITE son ensambladas normalmente utilizando uniones FLOWTITE de PRFV con doble empaque de caucho. Los tubos y uniones se pueden suministrar por separado o bien el tubo puede suministrarse con la unión instalada en uno de los extremos. Las uniones FLOWTITE utilizan un empaque de caucho elastomérico REKA para el sellado. El empaque se sitúa en una ranura a cada extremo de la unión y se apoya y sella contra la superficie del espigo del tubo. El empaque REKA ha sido utilizado exitosamente por más de 75 años.

OTROS MÉTODOS DE UNIÓN BRIDAS DE PRFV

Cuando se conecten dos bridas de PRFV, sólo una de ellas llevará la ranura para el empaque. El diseño de los pernos por el cual se fabrican las bridas se ajusta a la norma ISO2084. También se pueden fabricar según las Normas AWWA, ANSI, DIN, y JIS.

UNIONES FLEXIBLES DE ACERO (STRAUB, TEEKAY, ARPOL, ETC.)

Estos acoplamientos son ampliamente usados para unir tuberías FLOWTITE con otros materiales de diferentes diámetros. Estos acoplamientos consisten en una camisa de acero con un empaque de caucho que sella la unión. Este tipo de uniones pueden ser usados también para unir secciones de PRFV, como en el caso de una reparación o un cierre durante la instalación.

EXISTEN TRES TIPOS DISPONIBLES:

A. Camisa de acero recubierta de PVC o Epóxico.
B. Camisa de acero inoxidable.
C. Camisa de acero galvanizado por inmersión en caliente.
Independientemente de la protección anticorrosiva aplicada a la banda de acero, la totalidad de la unión también deberá llevar protección. Normalmente estos sistemas de unión requieren el recubrimiento con una manga de polietileno sobre la unión instalada. En este tipo de acoplamiento, es muy importante el control en el ajuste de los pernos. Proceda según las indicaciones de ensamble del fabricante de la unión pero siga las instrucciones de ajuste de pernos de acuerdo al fabricante de la tubería. Consulte el "Manual de instalación de Tuberías Enterradas" para obtener mayores detalles.

UNIONES MECÁNICAS DE ACERO (VIKING JHONSON, DRESSER, ETC.)

Uniones mecánicas han sido utilizadas para unir tuberías de diferentes materiales y diámetros y para adaptar conexiones bridadas. FLOWTITE Technology ha encontrado una amplia diferencia de fabricación en estas uniones que incluye tamaño de pernos, cantidad de pernos y diseño de empaques lo cual hace imposible una recomendación estandarizada. Por esta razón, no podemos recomendar el uso general de las uniones mecánicas con las tuberías FLOWTITE. Si el instalador desea utilizar un diseño específico de unión mecánica (marca y modelo), se recomienda consultar con el proveedor local de tuberías FLOWTITE antes de proceder a comprar estos elementos. El proveedor podrá recomendarle bajo que condiciones es adecuado el uso de estas uniones. Si se usan uniones mecánicas para unir tuberías FLOWTITE a otros materiales, se requiere de una unión de transición que utilice sistemas independientes de tornillos en los espigos. Este sistema restringe esfuerzos excesivos en la tubería FLOWTITE durante el ajuste de los tornillos cuando se trata de obtener un buen sello de las juntas.

UNIONES POR LAMINACIÓN

Este tipo de unión se realiza con refuerzos de fibra de vidrio y resina de poliéster. Generalmente se usa en aplicaciones en las que se precisa una cierta resistencia a las fuerzas axiales causadas por la presión interna o como método de reparación. La longitud y el espesor del laminado dependen del diámetro y la presión de la tubería. Este tipo de unión requiere condiciones de limpieza controladas y personal calificado. Cuando se requiera este tipo de unión, se brindarán instrucciones especiales.

Juntas Flexibles
Arpol, Teekay, Straub

Juntas Mecánicas
Viking Johnson/Helden, Klamflex, Locally manuf. clones.

14. SOBREPRESIÓN Y GOLPE DE ARIETE

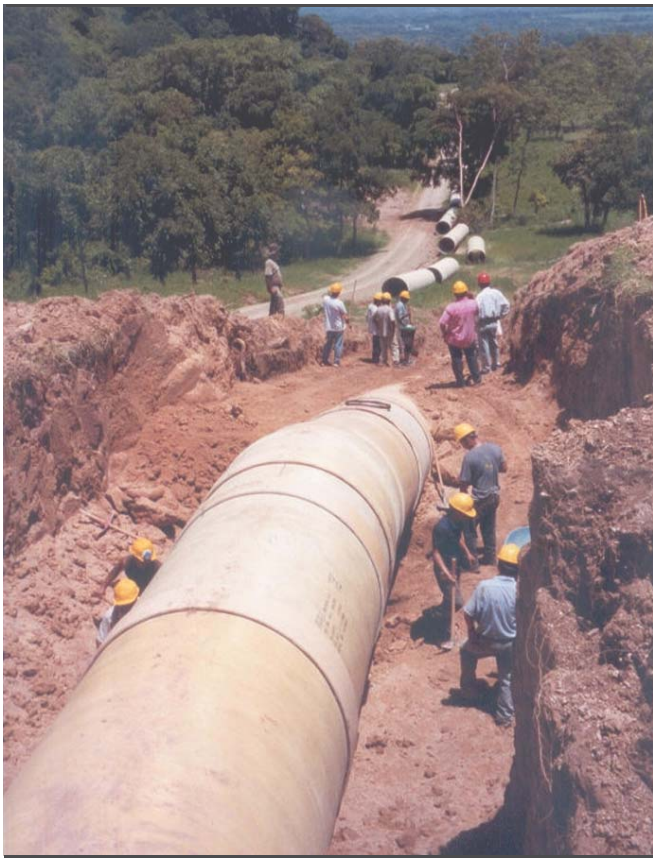
La sobrepresión o el golpe de ariete es el resultado de una súbita elevación o caída en la presión causada por un cambio abrupto en la velocidad del líquido transportado por el sistema. La causa principal de estos cambios de flujo se debe a la repentina apertura o cierre de válvulas o el arranque o detención de bombas, como las producidas durante un corte de energía. Los factores más importantes que influyen en la sobrepresión por golpe de ariete son el cambio de velocidad (tiempo de cierre de válvula), compresibilidad del fluido, rigidez de la tubería en la dirección circunferencial y el trazado físico de la tubería. La sobrepresión por golpe de ariete de la tubería FLOWTITE equivale aproximadamente, bajo condiciones similares, al 50% de la de tuberías de hierro dúctil y acero. Las tuberías FLOWTITE tienen una admisión de sobrepresión del 40% de la presión nominal. La fórmula para calcular la relación aproximada de la variación máxima de presión en un punto determinado del sistema con pérdida de fricción mínima, es la siguiente:

$\Delta H = (w\Delta v)/g$
donde:ΔH=cambio de presión (metros)
w=celeridad de la onda (metro/segundo)
Δv=cambio en la velocidad del líquido (metro/segundo)
g=aceleración por gravedad (metro/segundo2)

Celeridad de Onda para las Tuberías FLOWTITE

DN	300-400	450-800	900-2500
	Metro/Segundo		
SN 2500			
PN6	365	350	340
PN10	435	420	405
PN16	500	490	480
SN 5000			
PN6	405	380	370
PN10	435	420	410
PN16	505	495	480
PN25	575	570	560
SN 10000			
PN6	420	415	410
PN10	435	425	415
PN16	500	495	485
PN25	580	570	560
PN32	620	615	615

NOTA : Los anteriores valores han sido redondeados dentro del 2%. Favor contactar su proveedor Flowtite si requiere valores más precisos para el análisis de cambios de flujo.



15. GUÍA AMBIENTAL PARA LAS TUBERÍAS FLOWTITE

USO DE ESTA GUÍA AMBIENTAL:

Todos los productos químicos en letras "verdes" pueden usarse con nuestras tuberías de resina estándar al igual que con las tuberías con recubrimiento en resina vinylester. Los productos en letras "azules" son adicionales a los que están en "verde" y solo se pueden utilizar con tuberías con recubrimiento de vinylester. Todos los productos en letras "rojas" no son recomendables para usar con las tuberías FLOWTITE.

* No se pueden utilizar empaques de caucho EPDM (Nordel). Se recomienda el uso de empaques FPM (Viton), o consultar a su proveedor local.

** No recomendado por la FLOWTITE Technology. Consulte con su proveedor local para determinar la compatibilidad de los empaques. Temperatura Máxima: 122°F, a menos que sea especificada otra.

	Tubería Estándar o con resina Vinylester	Tubería con resina Vinylester	No Recom.
ACEITE COMBUSTIBLE*	X		
ACEITE DE LINAZA*	X		
ACEITE DE SILICONA	X		
ACEITES MINERALES*	X		
ÁCIDO ACÉTICO < 20%		X	
ÁCIDO ADIPICO		X	
ÁCIDO BENCENO SULFÓNICO (10%)		X	
ÁCIDO BENZÓICO*		X	
ÁCIDO BÓRICO		X	
ÁCIDO BROMHÍDRICO			X
ÁCIDO BUTÍRICO < 25% (104°F)**		X	
ÁCIDO CLORHÍDRICO HASTA 15%	X		
ÁCIDO DE CLORO ACÉTICO			X
ÁCIDO ESTEÁRICO*	X		
ÁCIDO FLUORHÍDRICO			X
ÁCIDO FOSFÓRICO		X	
ÁCIDO FOSFÓRICO (104°F)	X		
ÁCIDO FTÁLICO (77°F)		X	
ÁCIDO LÁCTICO, 10%	X		
ÁCIDO LÁCTICO, 80% (77°F)	X		
ÁCIDO LÁURICO	X		
ÁCIDO NÍTRICO			X
ÁCIDO OLÉICO	X		
ÁCIDO PERCLÓRICO		X	
ÁCIDO SULFÚRICO, < 25% (104°F)*		X	
ÁCIDO TARTÁRICO		X	
ÁCIDO TOLUENSULFÓNICO **		X	
AGUA DE DESHECHO INDUSTRIAL (122ºF)	X		
AGUA DE MAR	X		
AGUA DESTILADA		X	
AGUA POTABLE	X		
ALUMBRE (SULFATO DE POTASIO Y ALUMINIO)	X		

	Tubería Estándar o con resina Vinylester	Tubería con resina Vinylester	No Recom.
AZUFRE			X
BICARBONATO DE POTASIO**	X		
BISULFURO DE CALCIO**	X		
BLANQUEADOR			X
BÓRAX		X	
CARBONATO DE BARIO		X	
CARBONATO DE CALCIO	X		
CARBONATO DE MAGNESIO (104°F)*	X		
CASEÍNA	X		
CIANURO DE COBRE (86°F)	X		
CICLOHEXANO			X
CICLOHEXANOL			X
CLORURO DE BARIO		X	
CLORURO DE LAURILO		X	
CLORURO FERROSO	X		
DIBUTIL FTALATO**	X		
DIBUTIL SEBACATO	X		
DICROMATO DE SODIO		X	
DIESEL*	X		
DIOCTIL FTALATO**	X		
ETILENGLICOL	X		
FERROCIANURO DE POTASIO (86°F)**	X		
FERROCIANURO DE SODIO	X		
FLUORURO DE AMONIO			X
FORMALDEHIDO			X
FOSFATO DI ÁCIDO DE SODIO **	X		
FOSFATO MONOÁCIDO DE SODIO**	X		
GAS DE CLORO HÚMEDO**		X	
GAS DE CLORO SECO*		X	
GAS NATURAL METANO			X
GAS OZONO			X
GASOLINA EMPLOMADA*		X	
GLICERINA		X	
HEXANO*		X	
HIDROCLORURO DE ANILINA		X	
HIDRÓXIDO DE CALCIO, 100%		X	
HIDRÓXIDO DE SODIO, 10%		X	
HIPOCLORITO DE CALCIO*		X	
KEROSENE*		X	
LICOR DE AZÚCAR DE REMOLACHA		X	
LICOR DE CAÑA DE AZÚCAR		X	
LICOR NEGRO (PAPEL)		X	
LICOR VERDE, PAPEL			X
NAFTA*		X	
NAFTALENO*		X	
N-HEPTANO*		X	

	Tubería Estándar o c/resina Vinylester	Tubería c/ resina Vinyl-ester	No Recom.
NITRATO DE CALCIO (104°F)	X		
PARAFINA*	X		
PENTANO			X
PERMANGANATO DE POTASIO, 25%		X	
PETRÓLEO ÁCIDO REFINADO*		X	
PETRÓLEO CRUDO (ÁCIDO)*		X	
PETRÓLEO CRUDO (DULCE)*		X	
PETRÓLEO CRUDO, AGUA SALADA (77°F)*		X	
POTASA CAÚSTICA (KOH)			X
PROPILEN GLICOL (77°F)	X		
SILICATO DE SODIO		X	
SOLUCIÓN ACUOSA DE AMONIACO <20%		X	
SOLUCIÓN ACUOSA DE ACETATO DE COBRE (104°F)		X	
SOLUCIÓN ACUOSA DE ACETATO DE PLOMO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE ÁCIDO CÍTRICO (104ºF)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE ÁCIDO OXÁLICO			X
SOLUCIÓN ACUOSA DE ÁCIDO TÁNICO	X		
SOLUC. ACUOSA DE BICARBONATO DE MAGNESIO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE BROMURO DE LITIO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE BROMURO DE POTASIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE BROMURO DE SODIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORATO DE CALCIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE ALUMINIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE AMONIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE COBRE	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE LITIO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE MAGNESIO (77°F)	X		
SOLUC. ACUOSA DE CLORURO DE MANGANESO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE NICKEL (77°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE POTASIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE SODIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO DE ZINC	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO ESTÁNICO*	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO ESTANOSO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO FÉRRICO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO MERCÚRICO**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE CLORURO MERCURIOSO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE DICROMATO DE POTASIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE DIÓXIDO DE CARBONO	X		
SOLUC. ACUOSA DE FERROCIANURO DE POTASIO (86°F)**	X		
SOLUC. ACUOSA DE FOSFATO MONOBÁSICO DE AMONIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE GAS CLORO*		X	
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE AMONIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE COBRE (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE MAGNESIO (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE NICKEL (104°F)	X		

	Tubería Estándar o c/resina Vinylester	Tubería c/ resina Vinyl-ester	No Recom.
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE PLATA	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE PLOMO (86°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE POTASIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE SODIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO DE ZINC**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO FÉRRICO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRATO FERROSO**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE NITRITO DE SODIO**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE AMONIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE COBRE (40°C)	X		
SOLUC. ACUOSA DE SULFATO DE MANGANESO (104°F)**	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE NICKEL (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE SODIO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO DE ZINC	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO FÉRRICO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFATO FERROSO	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFITO DE ZINC (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE SULFURO DE ZINC (104°F)	X		
SOLUCIÓN ACUOSA DE UREA**		X	
SOLUCIÓN DE BROMO AL 5% EN AGUA		X	
SOLUCIÓN SATURADA DE CLORURO DE CALCIO	X		X
SULFATO DE BARIO		X	
SULFATO DE CALCIO NL AOC		X	
SULFATO DE LAURILO	X		
SULFATO DE MAGNESIO	X		
SULFATO DE PLOMO	X		
SULFATO DE POTASIO (104°F)	X		
SULFURO DE HIDRÓGENO SECO		X	
SULFURO DE SODIO		X	
TETRABORATO DE SODIO		X	
TETRACLORURO DE CARBONO			X
TREMENTINA			X
TRIBUTILFOSFATO			X
TRICLORURO DE ANTIMONIO			X
TRIETANOLAMINA			X
TRIETILAMINA			X
VINAGRE		X	

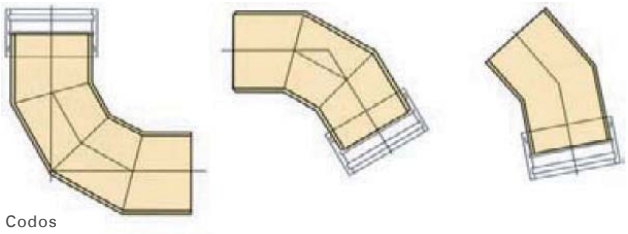
NOTA:
El objeto de esta tabla es servir como guía básica al momento de considerar las tuberías FLOWTITE. La determinación final de la adaptabilidad de una resina en particular para el transporte de un producto químico determinado es responsabilidad del cliente. La guía está basada en la información brindada por los fabricantes-proveedores de resina de FLOWTITE. No obstante, esta guía brinda solo información general, no implicando aprobación específica para una aplicación ya que FLOWTITE Technology no tiene control acerca de las condiciones de uso ni de la identificación del medio ambiente al cual será expuesto la tubería.

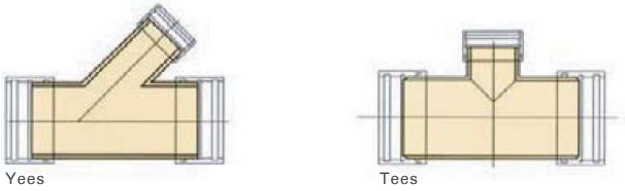
16. ACCESORIOS

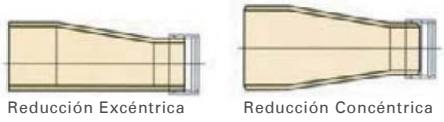
FLOWTITE Technology ha desarrollado una línea estándar de accesorios de PRFV los cuales son moldeados o fabricados con las mismas materias primas que se usan para la fabricación de las tuberías FLOWTITE. Una de las ventajas de las tuberías FLOWTITE es la posibilidad de fabricar una gran variedad de accesorios, ya sean estándar o no estándar. Para mayor información acerca de nuestros accesorios estándar y sus dimensiones, consultar el Manual de Accesorios.

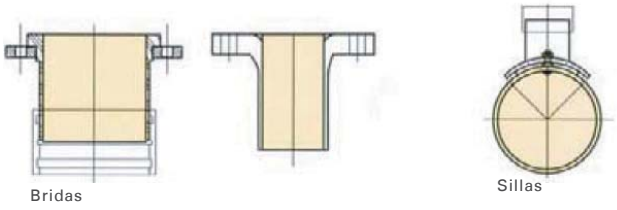
BOCAS DE REGISTRO DE PRFV (CLOACA)

Los sistemas cloacales son cada vez más exigentes por el alto impacto urbano que ellos implican. Las cámaras de inspección de FLOWTITE™ son la solución más competente para minimizar los tiempos de ejecución de las obras y a su vez incrementar la vida útil libre de mantenimiento. Dada la versatilidad de este diseño, consultar con el proveedor para mayor información.


Codos


Yees Tees


Reducción Excéntrica Reducción Concéntrica


Bridas Sillas

Bocas de Registro

Yee

Reducción Concéntrica

Codos

Brida

17. COLLARES PARA DERIVACIONES EN OPERACIÓN

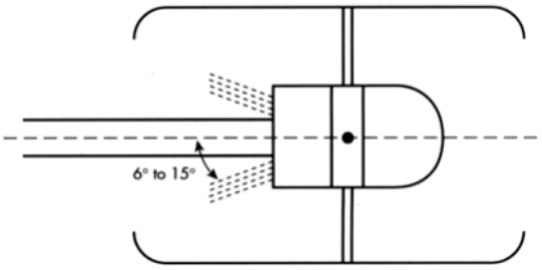
Los collares de derivación se utilizan en el proceso mediante el cual se conecta un ramal a una línea de tubería existente. Se debe tener especial cuidado de asegurar un buen sello a la tubería y de no dañar el ramal o el collar de derivación. Los collares flexibles de acero inoxidable son los más recomendados para usar con las tuberías de PRFV FLOWTITE. El montaje debe resistir una presión de 2 veces la presión nominal (2 x PN), sin mostrar pérdidas o fisuras. Es esencial que el par de apriete sea lo suficientemente fuerte como para asegurar que no haya pérdidas, pero no muy ajustado ya que esto dañaría la tubería. Cabe aclarar que los valores de par de apriete recomendados por los fabricantes de collares de toma, suelen ser muy altos para las tuberías de PRFV. Se ha comprobado que los collares de hierro de muy alta rigidez, causan esfuerzos muy pronunciados en las tuberías de PRFV y se debe evitar su uso. Las máquinas para instalar las derivaciones pueden ser manuales o eléctricas y deben resistir la presión interna de la tubería si se van a realizar montajes con la tubería en operación. El avance de penetración no debe exceder 0.5 mm por revolución para evitar dañar la tubería. La cuchilla puede ser de acero o con revestimiento de diamante y debe tener dientes pequeños, no muy espaciados. Para obtener instrucciones más detalladas y conocer las marcas de collares recomendados, consulte a su proveedor de tuberías FLOWTITE.

18. MANTENIMIENTO DE TUBERÍAS FLOWTITE PARA DESAGÜE CLOACAL

Existen muchos métodos para la limpieza de los sistemas sanitarios de aguas residuales, dependiendo del diámetro y el grado y naturaleza de la obstrucción. Todos estos métodos utilizan fuerza mecánica o hidroneumática para limpiar el interior del tubo. Cuando se utilicen métodos mecánicos, se recomienda el uso de raspadores de plástico para evitar dañar la superficie interna de la tubería. En algunos países se utilizan chorros con presión de agua. Sin embargo, este procedimiento puede deteriorar la mayoría de los materiales sino se controla adecuadamente. Para evitar dañar las tuberías, se debe prestar atención a las siguientes recomendaciones, basadas en la experiencia obtenida con el método de limpieza por chorro de agua de tuberías de PRFV para aguas residuales:

1. La presión máxima del agua en las boquillas de chorro debe estar limitada a 120 bars (1750 psi). Bajo esta presión, se puede llevar a cabo una adecuada limpieza y remoción de obstrucciones, dada la superficie interior lisa de las tuberías de PRFV.
2. Se deben usar deslizadores con varias guías para elevar las boquillas de chorro de agua sobre la superficie del tubo.
3. El ángulo de descarga de las boquillas de chorro de agua debe ser de entre 6° y 15° en relación al eje del tubo.
4. El número de orificios de chorro de salida del equipo principal debe ser de 8 o más y la medida de las boquillas debe ser mayor a 2 mm (0,08").

Consulte al fabricante de tuberías acerca de los nombres de las boquillas y fabricantes de deslizadores que cumplen con los criterios arriba enumerados. El uso de equipos opresiones que no se adapten a las recomendaciones enumeradas puede dañar la tubería instalada.



Deslizadores de chorro de agua

Cabeza de limpieza

Este manual constituye sólo una guía. Los valores incluidos en las especificaciones del producto son nominales. Podrían obtenerse resultados no satisfactorios del producto debido a cambios ambientales, variaciones en los procedimientos de operación o interpolación de información. Se recomienda que el personal que utilice esta información, tenga capacitación especializada y experiencia en la aplicación de estos productos y en su normal instalación y condiciones de funcionamiento. Antes de instalar cualquiera de estos productos, siempre se debe consultar al personal de ingeniería a fin de asegurar la adecuación de los mismos a los fines y aplicaciones para los cuales fueron fabricados. Por ello, en la medida que este manual constituye una mera guía y su propósito no es determinar el grado de cuidado requerido para la instalación del producto o del servicio, deslindamos cualquier tipo de responsabilidad por pérdidas y/o daños emergentes causados por la instalación o uso de los productos mencionados en este manual. Nos reservamos el derecho de revisar la información contenida en el manual, cuando sea necesario, sin obligación de cursar notificación alguna.

Cualquier comentario respecto del presente manual será bienvenido.

AMITECH ARGENTINA
Av. Córdoba 1131 2P
C1055AAN Capital Federal
Tel.: +54 11 4816 8858
Fax: +54 11 4816 8422
info@amitech.com.ar
www.amitech.com.ar

ARG

BRA

COL

MEX

» GUÍA DE PRODUCTO
TUBERÍAS

AMITECH ARGENTINA

Av. Córdoba 1131 2P
C1055AAN Capital Federal
Tel.: +54 11 4816 8858
Fax: +54 11 4816 8422
info@amitech.com.ar
www.amitech.com.ar

SOLUCIONES INTEGRALES
PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE FLUÍDOS

GDP - TB - 02032010 - ARG